



Universidad  
Carlos III de Madrid  
[www.uc3m.es](http://www.uc3m.es)

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AUDIOVISUALES

TRABAJO FIN DE GRADO

***ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA:  
TECNOLOGÍAS RADIO PARA APLICACIONES DE  
PRÓXIMA GENERACIÓN***

AUTORA: ADELA MARÍA SÁNCHEZ OSORIO

TUTOR: LUIS INCLÁN SÁNCHEZ

JULIO 2013



**TRABAJO FIN DE GRADO**

**ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA: TECNOLOGÍAS RADIO  
PARA APLICACIONES DE PRÓXIMA GENERACIÓN**

**AUTORA**

**ADELA MARÍA SÁNCHEZ OSORIO**

**TUTOR**

**LUIS INCLÁN SÁNCHEZ**

La presentación y defensa del presente Trabajo Fin de Grado se realizó el 9 de julio de 2013, ante el siguiente tribunal:

**PRESIDENTE: ENRIQUE SAN MILLÁN HEREDIA**

**SECRETARIO: CARLOS ALARIO HOYOS**

**VOCAL: FRANCISCO JAVIER HERRÁIZ MARTÍNEZ**

**SUPLENTE: JESÚS ARIAS FISTEUS**

Y habiendo obtenido la siguiente calificación:

Leganés, julio 2013



Con todo mi cariño, a todos aquellos que cada día permanecen a mi lado.

*Nunca dejes que nadie te diga que no puedes hacer algo.*  
*Steve Conrad – En busca de la felicidad*



# RESUMEN

En el actual panorama de vertiginoso desarrollo de las tecnologías inalámbricas asistimos a un cambio acelerado de utilidades, capacidades y aplicaciones que pueden implementarse mediante los sistemas radio. No es sencillo anticiparse a los cambios, por ese motivo las grandes organizaciones con ambiciones de ofrecer las aplicaciones más novedosas y las últimas tecnologías a sus clientes finales, sienten la necesidad de hacer uso de algún sistema fiable. En este caso nos centramos en la Vigilancia Tecnológica, que permitirá a las compañías decidir con mayor seguridad en qué recursos invertir sus presupuestos para obtener los mejores resultados y éxito posibles.

El presente trabajo ha estado enfocado hacia el análisis y tratamiento de información, básicamente tecnológica y de mercado, para la elaboración de un informe de Vigilancia Tecnológica. Por un lado, se ha revisado el estado del arte en estas técnicas de gestión de la tecnología y por otro se ha recopilado de diversas fuentes información tecnológica y relativa a la competencia en el mercado de tecnologías radio de cuarta generación. Se han descrito algunas de las características esenciales de las tecnologías denominadas LTE y sus implicaciones desde el punto de vista de nuevas capacidades que podrían ofrecer. El informe de Vigilancia se ha centrado principalmente en las patentes como un indicador primario de líneas y tendencias más significativas en el sector. Se analizan también algunos factores que afectan a la saturación de las redes móviles actuales y qué limitaciones deben subsanarse. Asimismo, se hace un repaso de la situación actual de despliegue de la tecnología de cuarta generación en el mundo y en España concretamente, teniendo en cuenta las perspectivas de las operadoras móviles de lanzar al mercado 4G próximamente. Por último, se han analizado las aplicaciones de mayor auge que podrían implementarse mediante estas tecnologías, así como los servicios que destacarán en las redes de nueva generación.

**Palabras clave:** Vigilancia Tecnológica, Inteligencia Competitiva, Patentes, Información, Conocimiento, Innovación, Tecnologías Radio, 4G, LTE, Long Term Evolution, Redes de Nueva Generación, Inteligencia/Inteligente, Interactividad, Aplicación, Video, Teléfono, Red, Comunicación Móvil.



# ABSTRACT

In the current scenario of quick development of wireless technologies, we are witness of the accelerated change of the utilities, capacities and applications that can be deployed using radio systems. It is not easy to anticipate changes and that is why large and ambitious companies, willing to provide the most innovative applications and the latest technology to their end customers, feel the need to make use of a reliable system. This time we will focus on Technology Surveillance, allowing companies to decide securely the appropriate resources to invest their money in order to get the most successful results.

This Project focuses on the information analysis and processing, based on market and technology, for the development of a Technology Surveillance report. On the one hand, we have reviewed the state of art of the technology management techniques and, on the other hand, several technological information sources related with market competition in fourth-generation wireless technologies have been gathered. We have described some of the essential features of LTE technology and its capacity implications. Technology Surveillance report has been focused basically on patents as a primary indicator of significant trends in the sector. It also analyzes some factors that could affect high loaded mobile networks and what limitations should be addressed. It gives an overview of the current status of fourth-generation deployment in the world and particularly in Spain, taking into account the perspectives of mobile operators to launch 4G shortly. Finally, trending applications have been analyzed, as well as highlighted services in new generation networks.

**Keywords:** Technology Surveillance, Competitive Intelligence, Patents, Information, Knowledge, Innovation, Radio Technologies, 4G, LTE, Long Term

Evolution, New Generation Networks, Intelligence, Interactivity, Application, Video, Smartphone, Internet, Mobile Communication.



# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE ILUSTRACIONES</b>	<b>xv</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>xvi</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1    Motivación y objetivos del trabajo .....	1
1.2    Estructura de la memoria .....	2
<b>2 ESTADO DEL ARTE DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA</b>	<b>5</b>
2.1    Origen y objetivos de la Vigilancia Tecnológica .....	5
2.2    La vigilancia en la empresa .....	7
2.3    Implantación de un modelo de vigilancia.....	8
2.4    Otros conceptos relacionados con la vigilancia tecnológica .....	11

### **3 TECNOLOGÍAS RADIO, LTE / 4G** **12**

3.1	Evolución de las redes de comunicaciones móviles .....	12
3.2	Limitaciones de las redes 3G .....	15
3.3	Características de las redes 4G .....	15
3.4	Arquitectura general del sistema LTE .....	17
3.5	Tecnologías de implementación de 4G .....	19
3.6	Tecnologías alternativas a LTE .....	21

### **4 INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA** **24**

4.1	Crecimiento del tráfico en las redes móviles .....	24
4.2	Tecnología LTE: solución al crecimiento del tráfico de datos móviles desorbitado	32
4.3	Patentes en el ámbito de la tecnología 4G/LTE .....	35
4.4	Situación actual y futura de 4G/LTE .....	41
4.5	Aplicaciones de próxima generación sobre 4G/LTE .....	47
4.6	Conclusiones sobre el informe .....	53

### **5 PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO** **56**

5.1	Presupuesto .....	56
5.2	Metodología de trabajo .....	57

### **6 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS** **60**

6.1	Conclusiones .....	60
6.2	Líneas de trabajo futuro .....	63

<b>1 NEXIUS 4G INFOGRAPHIC</b>	<b>68</b>
<b>2 GRÁFICAS DEL ESTUDIO DEL GSA</b>	<b>70</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>74</b>
<b>ACRÓNIMOS</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>79</b>

# LISTA DE ILUSTRACIONES

Evolución de los sistemas de comunicaciones móviles, Ref.(Comes, 2010) .....	14
Logotipo de LTE, Ref. (3GPP) .....	15
Comparativa de la red de acceso entre 3G y 4G. ....	18
Esquema general de la arquitectura LTE .....	19
Tráfico total global en redes móviles, 2007 – Q3/2012, Ref. (Ericsson, 2013).....	25
Tráfico total global en redes móviles, 2007 – 2012, Ref. (Ericsson, 2013).....	26
Tráfico fijo global, 2010 – 2018, Ref. (Ericsson, 2013) .....	27
Tráfico móvil global: voz y datos, 2010 – 2018, Ref. (Ericsson, 2013) .....	27
Tráfico mensual por suscripción de smartphones y dispositivos PC portátiles, 2012 y 2018, Ref. (Ericsson, 2013) .....	28
Suscripciones móviles por región, evolución temporal 2009-2018.....	29
Suscripciones móviles por tecnología y región, año 2018, Ref. (Ericsson, 2013)..	31
Suscripciones móviles por tecnología y región, año 2012, Ref. (Ericsson, 2013)..	31
Árbol de patentes .....	37
Tendencias de Concesión de patentes por compañías, Ref. (USPTO) .....	40
Mapa de cobertura LTE y calendario de despliegue por operadoras, Ref. (World) 46	
Esquema del proyecto EXALTED con M2M y LTE, Ref. (FP7, ICT integrating project, 2010).....	48
Tiempos de descarga de algunas aplicaciones con distintas tecnologías, Ref. (GSA, May 24, 2013) .....	52
Tethering .....	52
Gantt de tareas.....	59

# LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 Herramientas de búsqueda.....	11
Tabla 3-1 Diversos métodos de acceso móvil a Internet, Ref. (Mohsin Jamil) .....	23
Tabla 4-1: Ventas de smartphones en el mundo (en millones de uds), Ref. (INE, 2012).....	33
Tabla 4-2: Categorías de las patentes relacionadas con LTE y su utilidad.....	37
Tabla 4-3 Principales empresas con patentes en la tecnología 4G/LTE .....	39
Tabla 4-4 Distribución de patentes entre empresas punteras .....	39
Tabla 4-5 Espectro de frecuencias usado por las operadoras móviles españolas, Ref. ....	44
Tabla 5-1: Costes totales .....	56





# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se explican las motivaciones y objetivos que han llevado a realizar este trabajo fin de grado así como la estructura seguida durante la memoria.

### 1.1 Motivación y objetivos del trabajo

El principal objetivo de este proyecto es repasar la vigilancia tecnológica como sistema que utilizan las empresas a la hora de anticiparse en la toma de decisiones y detectar con fiabilidad posibles amenazas y competidores, implementando un pequeño sistema práctico.

Para ello, estudiamos las técnicas principales que se utilizan para realizar un informe de vigilancia y nos centramos en la metodología de las patentes, que resulta un indicador fiable ya que permite conocer de manera certera las ambiciones que tiene una empresa en determinadas tecnologías.

Otro de los objetivos es identificar el problema actual de saturación en las redes de comunicación. Claramente existe una necesidad de comunicación entre personas, organizaciones y máquinas cuyo incremento futuro está asegurado debido a todos los avances que están teniendo lugar en el sector de las comunicaciones. Esa ubicuidad o forma de comunicarse y acceder a la información desde cualquier parte y momento ha creado la necesidad de estar conectados al mundo de las tecnologías de la información de manera constante. La convergencia de este sector con el ámbito de las telecomunicaciones así como la interoperabilidad de redes y equipos y la personalización de todas las aplicaciones y servicios que estén a nuestro alcance

demanda una red segura y de gran capacidad. Surge por tanto la necesidad de nuevas redes de telecomunicaciones junto a nuevas tecnologías con posibilidad de desarrollar infinidad de aplicaciones sobre ellas que permitan esta constante comunicación entre individuos.

La combinación de un pequeño proyecto de vigilancia junto con un estudio de las tecnologías radio de próxima generación da lugar a un informe que trata de convencer al usuario de que la tecnología LTE/4G solventará muchos de los problemas de capacidad que tienen las redes de comunicación actuales. Todo ello, combinado con gráficas da lugar a un estudio riguroso que se explica en detalle en la presente memoria.

## **1.2 Estructura de la memoria**

La memoria se divide en seis capítulos acompañados de una serie de anexos que la complementan.

El Capítulo 1 resume las motivaciones que han llevado a realizar este Trabajo Fin de Grado así como la estructura principal de la memoria.

El Capítulo 2 comprende el estado del arte de la vigilancia tecnológica para situar al lector en el ámbito en el que se desarrolla el trabajo. Da una visión teórica de la vigilancia que en capítulos posteriores se llevará a la práctica.

El Capítulo 3 hace un repaso por las comunicaciones móviles para entender qué aspectos son los que llevan a centrarse en LTE/4G como la tecnología radio futura para aplicaciones de próxima generación.

El Capítulo 4 corresponde al informe de vigilancia tecnológica de las tecnologías radio comentadas en el capítulo 3 aplicando algunas técnicas de vigilancia tecnológica. Este capítulo trata de aportar un valor añadido a la memoria ya que combina los conocimientos teóricos de los capítulos 2 y 3 y los lleva a la práctica, dando lugar a un informe que pueda ayudar a la toma de decisiones sobre la tecnología radio anteriormente mencionada. Es por ello que es el capítulo más extenso, ya que cubre muchos aspectos importantes a la hora de hacer vigilancia tecnológica, un análisis exhaustivo de patentes, diferentes gráficas, ilustraciones y tablas que complementan la información y un compendio de aplicaciones de nueva generación. El uso de la norma UNE 166006 (AENOR, Marzo 2011) ha marcado las pautas de la elaboración de dicho informe.

El Capítulo 5 recoge las conclusiones del proceso de vigilancia realizado durante estos meses y de los resultados obtenidos, así como algunas ideas que pueden servir como líneas de trabajo futuro en este ámbito.

Los anexos contienen gráficas y tablas que complementan la información del texto.

En el glosario se pueden encontrar algunos términos utilizados durante el trabajo y en la lista de acrónimos aquellas siglas utilizadas durante la memoria.

Por último, la bibliografía recoge el conjunto de fuentes de información y referencias utilizadas durante la memoria. Nótese que gran parte de la bibliografía se ha consultado por Internet ya que es un soporte mucho más rápido, más accesible y que ocupa menos espacio que el soporte físico. Las referencias a la bibliografía se indican mediante un número entre paréntesis durante la memoria.

### **1.2.1 Estructura del informe**

Dado que el capítulo 4 recoge el informe y tiene una extensión mayor, pasamos a explicar la estructura del mismo.

Para comenzar, se hace un estudio detallado del crecimiento del tráfico en las redes móviles desde el punto de vista del tipo de tráfico (voz o datos) y del dispositivo utilizado (tabletas o smartphones). Dicho estudio se complementa con algunos datos que muestran las altas prestaciones de esta tecnología (4G) y las limitaciones que tiene la red actual, ya que comienza a ser escasa por los requisitos cada vez más exigentes de los terminales móviles que utilizan los usuarios finales. Mediante una serie de gráficas se trata de analizar cuáles son los ámbitos en los que esta tecnología tiene más carencias y cómo una tecnología futura 4G puede dar solución a estos problemas así como ampliar la calidad de servicio y facilitar la implementación de nuevos servicios que deben funcionar en tiempo real.

A continuación, se aplica un método de vigilancia tecnológica que consiste en hacer un estudio de las patentes en el ámbito de esta tecnología y como se agrupan en función de las diversas características, acompañado de gráficos que ayudan a su entendimiento.

Posteriormente, se da una panorámica de la situación actual de LTE en el mundo y en España así como las perspectivas futuras de implantación y evolución de la misma.

Por último, se detallan varios servicios y aplicaciones actuales y de próxima generación en las que la implantación de LTE puede repercutir muy positivamente en los ingresos de las empresas que inviertan en esta tecnología.

## **CAPÍTULO 2**

# **2 ESTADO DEL ARTE DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA**

En este capítulo se hace un repaso del estado del arte de la vigilancia tecnológica así como los aspectos teóricos fundamentales de la misma.

### **2.1 Origen y objetivos de la Vigilancia Tecnológica**

La vigilancia tecnológica proviene de la expresión francesa “vielle” y tiene su origen en Francia, que actualmente continúa siendo el país líder mundial en esta materia.

La vigilancia es la forma organizada, selectiva y permanente de captar información del exterior, analizarla y convertirla en conocimiento para la toma de decisiones con menor riesgo y capacidad de anticipación (Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española., 1999). El proceso de búsqueda debe ser sistemático y exhaustivo por la empresa o individuo que realiza las tareas de observación, captación, análisis, interpretación, filtrado y difusión de la información, para recabar así de forma organizada la información de fuentes diversas que permitan tener un conocimiento mayor del área que estamos estudiando. La importancia de la vigilancia radica en el hecho de que actualmente las empresas no pueden ser tecnológicamente autosuficientes debido al continuo cambio de las tecnologías en la sociedad en que vivimos. Es necesario hacer uso de una herramienta que permita a las

empresas identificar las amenazas latentes de competidores y la identificación de oportunidades tecnológicas, así como la protección de las capacidades técnicas propias (Antonio Hidalgo, 2002).

La norma UNE 166006 (AENOR, Marzo 2011) regula el sistema de vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva. [Esta norma anula y sustituye a una anterior (UNE 166006:2006 EX) y está basada en otras dos normas: UNE 166002:2006 (AENOR, Mayo 2006) y UNE-EN ISO 9001:2008 (AENOR, Noviembre 2008)]. Esta norma indica que la vigilancia es una herramienta fundamental en la gestión de los sistemas de I+D+i ya que resulta indispensable en la toma de decisiones para el desarrollo de un nuevo servicio, producto o proceso dentro de una organización. Aparece un concepto que va un poco más lejos que la vigilancia: la inteligencia competitiva, que comprende no solo la búsqueda y clasificación de la información sino también el análisis e interpretación de la misma de forma que adquiera un valor estratégico y que resulte de interés para una organización porque pueda marcar posibles caminos de evolución (La vigilancia tecnológica antes y después de la UNE 166006:2006 EX, 2006) (Javier Muñoz Durán, 2006).

### **2.1.1 Tipología de la vigilancia**

A partir del modelo de las fuerzas de Porter, se pueden distinguir cuatro tipos de vigilancia:

- Tecnológica, se centra en las oportunidades y amenazas que genera la tecnología y en el seguimiento de los avances del estado de la técnica.
- Competitiva, implica un seguimiento y análisis de los potenciales y futuros competidores.
- Comercial, presta principal atención a clientes, mercados y proveedores.
- Entorno, se centra en observar el marco de la competencia, centrándose en los aspectos sociales, legales, medioambientales y culturales.

Se puede distinguir entre vigilancia pasiva o *scanning* (consultando de forma rutinaria una amplia gama de fuentes de información para encontrar indicadores de interés) y vigilancia activa o *monitoring* (buscando información clave sobre áreas objetivo de la empresa para proporcionar conocimientos de los desarrollos y las tendencias tecnológicas emergentes) (Pere Escorsa, 2001).

## **2.2 La vigilancia en la empresa**

Es muy común que en una empresa no exista un equipo dedicado a la realización de vigilancia y que por ende suponga una pérdida de muchas oportunidades de entrada en nuevos mercados y una merma paulatina de la competitividad. Las empresas sin estrategia ni voluntad de liderazgo difícilmente pueden tener la vigilancia como prioridad. Sin embargo, es un aspecto muy importante que debe integrarse en el sistema de calidad de la empresa, respetando en todo momento la legalidad vigente y la ética de una correcta competencia. Las actividades de vigilancia mejoran la competitividad de la empresa por tres factores principalmente: la calidad del producto respecto al de la competencia, la planificación estratégica y el conocimiento del mercado (CETISME, 2002).

### **2.2.1 Objetivos de la vigilancia**

La vigilancia en la empresa comprende una serie de objetivos principales:

- Alertar sobre las amenazas desde sectores distintos al de la empresa, ya que el seguimiento sobre acciones significativas debe ir más allá del propio sector de la empresa.
- Ayudar a decidir las inversiones de I+D y la estrategia para llevar a cabo el enfoque técnico de los mismos.
- Contribuir a abandonar a tiempo un determinado proyecto de I+D y la consecuente liberación de recursos hacia otras inversiones más productivas.
- Detectar oportunidades de inversión y comercialización, ya que la falta de conocimiento de dichas oportunidades puede originar pérdida de mercados.
- Facilitar la incorporación de nuevos avances tecnológicos en la propia producción y procesos, ya que es una de las funciones más importantes de la vigilancia.
- Identificar socios adecuados para la realización de proyectos conjuntos para poder ahorrar en inversiones y compartir gastos. Es importante por parte de una empresa no solo reducir el esfuerzo económico sino evitar, por parte de los *partners*, la realización de proyectos paralelos sobre la misma temática.
- Ayudar a evitar las barreras técnicas y arancelarias en la distribución de los productos de una empresa en mercados exteriores.



### **2.2.2 Aspectos vigilados con mayor frecuencia**

Los aspectos vigilados por las grandes empresas con mayor frecuencia para la toma de decisiones son:

- Objetivos, estrategias y situación financiera de la empresa.
- Desarrollo de productos, precios y estructura del capital.
- Marketing, cuotas de mercado y management.
- Servicios.
- Clientes de competidores y organización de competidores.
- Solicitudes de patentes.

## **2.3 Implantación de un modelo de vigilancia**

Según indica la norma UNE 166006 (AENOR, Marzo 2011) que regula el sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, debe haber unos requisitos generales a la hora de establecer un sistema de vigilancia tecnológica. Esta organización debe:

- Identificar áreas de actuación del sistema de vigilancia tecnológica.
- Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para permitir la operación y seguimiento del proceso.
- Realizar el seguimiento, la medición y el análisis del proceso.
- Llevar a cabo las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua del proceso.

Asimismo, la norma también indica que se debe establecer un mapa de procesos que permita visualizar los principales elementos del sistema de vigilancia, las interrelaciones entre áreas, los recursos necesarios para cada área, la secuencia e interacción de las actividades y los indicadores para el adecuado seguimiento, medición y análisis del proceso.

Por tanto, la metodología básica en el proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia económica requiere identificar las necesidades para poner en marcha la estructura de trabajo, recoger la información para posteriormente analizarla, validarla, distribuirla y finalmente utilizarla como se estime oportuno.

### 2.3.1 Métodos de vigilancia

A la hora de realizar vigilancia, las herramientas utilizadas nos orientan sobre qué aspectos vigilar en función de las fuentes de información a las que recurrimos. Es importante diferenciar entre fuentes gratuitas y de pago, ya que muchas veces se requieren licencias especiales para acceder a ciertos contenidos, limitando en cierto modo la posibilidad de realizar vigilancia tecnológica en empresas que disponen de pocos recursos (Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, 2012).

A continuación se comentan algunas herramientas:

- Patentes: cada vez se recurre más a la consulta de patentes, ya que el 70% de la información publicada sobre tecnología se hace solo a través de patentes. Destacan la oficina de patentes española y americana: (OEPM) y la (USPTO). Una de las ventajas de recurrir a las patentes como fuentes de información es la exclusividad de la misma, ya que describen productos con aplicaciones muy concreta y es una buena forma de obtener información temprana de tecnologías que aún están poco o sin comercializar. Además, al ser documentos normalizados siguen un esquema común que hace más sencillo hacer clasificaciones entre ellas. El uso de palabras clave a la hora de utilizar los buscadores de patentes resulta clave en la obtención de resultados.
- Bibliometría / cienciometría: consiste en la explotación estadística de datos científicos y tecnológicos ya que, además de estudiar el número de patentes que una empresa publica sobre un determinado tema y la incidencia que tiene sobre la disciplina tecnológica, permite identificar las relaciones entre las distintas líneas de trabajo y empresas entre sí. Es una tarea que exige rigor y que por lo generalmente se subcontrata a otras empresas que desarrollan software específico, como la corriente actual de “data mining” o minería de datos, que pone al alcance de las empresas el obtener tendencias y otros aspectos estratégicos a partir de información extraída de bases de datos.
- Scoutismo tecnológico: es una forma más de adquirir información aunque con cierto valor añadido ya que el scout tecnológico va un poco más allá y no se limita únicamente a proporcionársela al decisor sino que se implica en la transferencia de tecnología y en las recomendaciones de acciones a seguir.

- Artículos técnicos, de comunicación, de investigación, de divulgación. Seguimiento de publicaciones científicas y técnicas sobre vigilancia (FECYT)(mi+d) (SGITT), informes anuales de empresas y de vigilancia (COTEC, Septiembre 1999), noticias extraídas de portales web especializados(CORDIS), ofertas y demandas tecnológicas, listas de distribución, suscripción a boletines de noticias (IEEE Spectrum (IEEE), colegios profesionales), foros de debate de expertos.
- Otros métodos para obtener información: uso de tecnologías disruptivas, ingeniería inversa de productos de la competencia, consultas a expertos y especialistas de un área concreta, legislaciones (ej., BOE), normas (AENOR, ISO, etc.), programas de incentivos (IDEA, CDTI, Programas Marco, etc.), sistema tradicional (ficheros y carpetas personales, correo electrónico), herramientas corporativas de empresas, aplicaciones comerciales, observatorios de vigilancia tecnológica (OPTI) y (OVTT).

En la Tabla 2-1, se recogen algunas herramientas de búsqueda junto a sus características, si son o no de pago y el grado de complejidad.

Grado de complejidad	Tipo	Características	Ejemplos (*Recurso de pago)
Baja	Navegadores	Acceso a páginas web	Google Chrome Mozilla Internet Explorer* Konqueror Opera Safari
Baja	Directorios	Catalogan la información, etiquetada. Resulta útil para primeras aproximaciones a un tema.	Directorio de Yahoo Snap Looksmart Kompass Europages STN-International
Baja	Motores de búsqueda	Rastrear constantemente Internet, indexando los resultados en bases de datos. Es importante utilizar palabras clave concretas para recuperar la información que se necesita.	Google
Media	Metamotores	Permiten realizar una búsqueda en varios motores a la vez.	Metacrawler, Clusty
Media	La "Web invisible"	Contiene información almacenada en bases de datos que no son accesibles a través de los motores de búsqueda.	<a href="http://www.internetinvisible.com">www.internetinvisible.com</a>

Alta	Los Agentes Inteligentes	Son programas informáticos que realizan búsquedas de forma autónoma después de que un usuario lo haya configurado. Distinguimos entre buscadores que rastrean las redes de ordenadores y espías que monitorizan los cambios producidos en una página web.	Copernic*
Alta	Los RSS	Permiten obtener y ofrecer información mediante un software llamado agregador que es capaz de interpretar los feeds o fuentes RSS.	FeedReader

**Tabla 2-1 Herramientas de búsqueda**

## **2.4 Otros conceptos relacionados con la vigilancia tecnológica**

Tal y como se mencionó al principio, la vigilancia recoge información del entorno que posteriormente debe ser transformada para generar conocimiento útil para una organización. La asimilación del conocimiento que se genera es esencial para que su uso posterior promueva el aprendizaje tecnológico. Por ese motivo, tanto vigilancia tecnológica como inteligencia competitiva tienen que apoyarse en la gestión del conocimiento, que se basa en la identificación y medición, generación, captura y almacenaje para un proceso posterior de transferencia, aplicación e integración del conocimiento. Esta gestión de conocimiento debe ser un proceso sistemático que transforme la información procedente de las actividades de vigilancia e inteligencia en conocimiento para su posterior desarrollo y la aplicación dentro de una organización, mejorando la capacidad de resolución de problemas y ayudando en la contribución a la sostenibilidad de su ventaja competitiva (Inteligencia competitiva, prospectiva e innovación, 2006).

Otro concepto con el que se suele relacionar la vigilancia es el benchmarking, aunque no resultan conceptos equivalentes. Éste está centra en un aspecto concreto, durante un período acotado y está orientado al esfuerzo de la calidad de la empresa. Sin embargo, la vigilancia es una función continuada en el tiempo y ligada a aspectos estratégicos de las organizaciones. En ambos existe una característica común como proceso de investigación industrial y de captación de información, aunque los objetivos finales de ambos son distintos.

## CAPÍTULO 3

### 3 TECNOLOGÍAS RADIO, LTE / 4G

En este capítulo se da una perspectiva técnica de la evolución de las comunicaciones móviles y qué aspectos han llevado a la tecnología LTE/4G (durante la memoria, estos dos términos se usan indistintamente).

#### 3.1 Evolución de las redes de comunicaciones móviles

##### 3.1.1 EVOLUCIÓN DEL 2G AL 3G y ÉXITO DEL 3,5G

Las comunicaciones móviles han experimentado durante más de dos décadas un prácticamente ininterrumpido crecimiento, comenzando por el revolucionario sistema GSM (2G) a principios de los años 90, que permitía la transmisión de datos aparte de la voz. La tecnología GPRS (2,5G) mejoraba la anterior permitiendo velocidades de hasta 171 kbps. Ya en el siglo XXI surge la tecnología UMTS (3G) que permitía el acceso a Internet y servicios de banda ancha, así como la transmisión de imágenes y vídeos en tiempo real con velocidades máximas de 2Mbps, dando lugar así a la aparición de aplicaciones y servicios de videoconferencia y comercio electrónico. Esta tecnología 3G creó grandes expectativas previas a su implantación y tuvo un éxito considerable dado que poco antes del 2010 las redes UMTS llegaban al 85% de abonados móviles. Una vez consolidado este estándar y gracias al progreso tecnológico experimentado en el campo de las comunicaciones móviles, se avanzó hacia sistemas de mayores prestaciones como el HSPA, también conocidos como sistemas 3,5G,,cuyos protocolos

de comunicación permitían disponer de mejores prestaciones en la transmisión de datos que la red UMTS. Gracias a todas las posibilidades técnicas que tenía este avance en la tecnología, se pudieron ofrecer anchos de banda mayores, mejorando así las velocidades de transmisión tanto en el canal de bajada como en el de subida y surgiendo el HSDPA (hasta 14,4 Mbps de bajada), el HSUPA (hasta 5,8 Mbps de subida) y por último el HSPA+ (84 Mbps de bajada y 22 Mbps de subida), adoptado a nivel mundial en 2010 y que proporciona a su vez mayor ancho de banda y menor latencia. La gran implantación del HSPA+ ha amortiguado el abrumante crecimiento del uso de datos móviles frente a circuitos de voz, producido principalmente por la aparición en el mercado de los teléfonos inteligentes o smartphones de distintos proveedores (GSMA).

### **3.1.2 EVOLUCIÓN AL 4G/LTE**

Aunque esta última tecnología HSPA+ (usada mayoritariamente a día de hoy en España) da buenas prestaciones, ciertas limitaciones como una tasa de transferencia acotada y restricciones de los servicios soportados y de espectro, han apremiado la necesidad de una nueva evolución de las redes móviles. La necesidad de una mejora de esta tecnología así como el creciente y exponencial aumento de uso de los datos móviles ha motivado al 3GPP a desarrollar una red móvil de cuarta generación (4G) en la que se enmarca la tecnología LTE (Stefania Sesia, 2009). Nombramos algunas aplicaciones con las que se pretende dar un mejor servicio en un futuro con esta tecnología 4G, aunque en el capítulo siguiente se explicarán en detalle:

- El crecimiento desorbitado del uso de datos en terminales móviles.
- La aparición de nuevas aplicaciones interactivas.
- Los servicios de Juegos Masivos Multijugador.
- La televisión móvil.
- La web 2.0
- Flujos de datos de contenidos pesados (transferencia de archivos multimedia).

Por este motivo, es un objetivo común de los agentes del sector diseñar una tecnología móvil que sea capaz de solucionar estos problemas y de mejorar significativamente la experiencia del usuario con total movilidad. Asimismo se busca que esta tecnología utilice para todo tipo de tráfico extremo a extremo el protocolo de Internet IP, tanto para datos como para voz (VoIP), permitiendo así una mejor integración con todos los servicios multimedia que pueda ofrecer esta red. La buena calidad de servicio (QoS) y la buena experiencia de usuario es otro de los objetivos

perseguidos, así como la transmisión de contenidos multimedia por streaming (incluso en tiempo real), los juegos en línea interactivos, la transmisión de ficheros FTP, la navegación web y los servicios de push-to-talk (pulsar para hablar) y push-to-view (pulsar para ver).

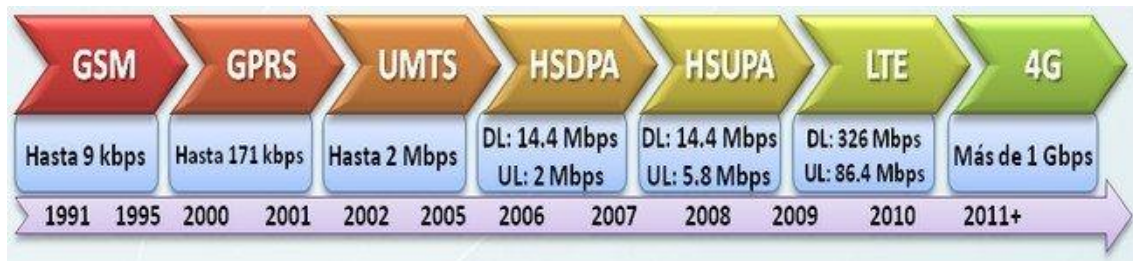


Ilustración 3-1 Evolución de los sistemas de comunicaciones móviles, Ref.(Comes, 2010)

### 3.1.3 LTE-Advanced: el verdadero 4G

En el año 2008, la ITU estableció que los requisitos para que un estándar de comunicaciones móviles fuera considerado 4G eran:

- Un modelo basado en “all-IP”.
- Tasas de pico de 1 Gbps (estático) y 100 Mbps (movilidad).
- Picos de eficiencia espectral de enlace de 15bits/Hz en bajada y 6,75 bits/Hz en subida.

Si nos ceñimos a estos requisitos, LTE no podría considerarse un estándar 4G y, por tanto, se dice que es 3,9G. El estándar que verdaderamente se considera 4G es LTE-Advanced, que cumple los anteriores requisitos y es la décima versión del estándar de la 3GPP. Esta organización utiliza un sistema de *releases*<sup>1</sup> paralelos con las especificaciones de las diferentes tecnologías para proporcionar una plataforma estable de implementación y desarrollo de nuevas funcionalidades requeridas por el mercado (3GPP).

Por simplicidad durante el texto, utilizaremos 4G para referirnos a LTE, aunque no sea técnicamente correcto.

<sup>1</sup> Release: en este caso se refiere a los lanzamientos de 3GPP que contienen las distintas especificaciones para un estándar.



Ilustración 3-2 Logotipo de LTE, Ref. (3GPP)

### **3.2 Limitaciones de las redes 3G**

La tecnología 2G o GSM supuso un gran éxito, principalmente por su revolucionaria nueva tecnología digital. Sin embargo, la red 3G no fue tan exitosa debido a numerosas limitaciones técnicas:

- Las tasas de transferencia que proporciona (385 Kbps – 2 Mbps) no son suficientes para las aplicaciones multimedia que hay hoy en día y en un futuro. Las altas tasas de transferencia son difíciles de conseguir debido a las excesivas interferencias entre usuarios y servicios provocadas por CDMA.
- Se necesita una arquitectura de red heterogénea para asegurar una conexión “always-on<sup>2</sup>” de los terminales.
- El ancho de banda de 3G se satura y no es capaz de combinar TDMA y FDMA.
- Tiene limitaciones en el espectro de frecuencias.
- Problemas de roaming en distintos entornos.

Estas limitaciones, entre otras, impulsan la necesidad de una evolución en las redes móviles para conseguir mayor tasa de transferencias y servicios innovadores (Erik Dahlman, 2008).

### **3.3 Características de las redes 4G**

Antes de nada, aclararemos algunos conceptos que se repetirán a lo largo de la memoria y que son indispensables conocer para el buen entendimiento de la misma.

---

<sup>2</sup> Always-on se refiere a que los dispositivos están siempre conectados, en cualquier lugar y momento.



- Tasa de transferencia de datos: velocidad a la que se transmiten a través de las redes una determinada cantidad de datos en formato digital por fracción de tiempo.
- Eficiencia espectral: en un sistema de comunicaciones, tasa de información que puede ser transmitida en un ancho de banda determinado.
- Gestión de la energía: la energía de transmisión es un aspecto fundamental en el diseño de las redes ya que un adecuado control de la misma ayuda a la eficiencia en el uso del espectro, la minimización de la interferencia entre señales y a alargar la vida de equipos y redes.
- Fiabilidad de la comunicación: indirectamente relacionada con la calidad de una señal. La fiabilidad de una red de comunicación está basada en la fiabilidad de los enlaces individuales y las estaciones que unen; aplicando técnicas de corrección de errores.
- Cobertura de red: se mide a nivel geográfico en función de la intensidad de una señal recibida por un terminal en una conexión eficiente a una estación de red.
- Despliegue de red: mide la facilidad con la que los procesos de planificación, integración y configuración de nuevas estaciones base en una red se llevan a cabo, siendo idóneos un despliegue rápido, costes reducidos y un ratio de error bajo.
- Seguridad de red: la protección de datos en la transmisión es fundamental y para ello se llevan a cabo en las redes procesos de autenticación, almacenamiento seguro, encriptación y técnicas de cifrado para el radio enlace.

Las características generales definidas para las redes 4G son (tener en cuenta que son teóricas y en condiciones de idoneidad) (Swamy, 2010):

- Altas tasas de transferencia, entre 100 Mbps y 1 Gbps, en función de la movilidad y distancia a la antena.
- Ancho de banda adaptativo: 1.4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz.
- Permite dar servicio a 200 usuarios por celda.
- Alta eficiencia espectral (modos de funcionamiento: FDD y TDD) y muy baja latencia (100ms para el Control-Plane y 10ms para el User-Plane).
- Heterogeneidad de terminales y redes: el acceso a un servicio ya no está tan fuertemente ligado al dispositivo y la tecnología de acceso ya que los dispositivos LTE y las tecnologías pueden ser múltiples.
- Roaming vertical y horizontal: roaming entre tecnologías y células de acceso.
- Servicios IP multimedia, como vídeo interactivo, voz, Internet, servicios de localización geográfica, etc.

- Núcleo de red único y basado todo en IP (“all-IP<sup>3</sup>”): al tratarse de una red de conmutación de paquetes permite mayor escalabilidad y una integración completa con MPLS y protocolos de ingeniería de tráfico, aparte de modelos de calidad de servicio QoS DiffServ. El uso de IPv6<sup>4</sup> permitirá el uso de rangos de direcciones mayores y la completa integración con IPSec.
- Las redes 4G se pueden construir sobre algunas plataformas de red actuales, permitiendo un bajo coste de implantación y mantenimiento. Así permitirán compatibilidad con otras redes 2G, 3G y un uso más eficiente del espectro de frecuencias.
- Compatibilidad con otros sistemas, por ejemplo, CDMA2000.
- La red LTE será de estructura poco compleja y unificada. Permitirá dar buenas prestaciones en condiciones de movilidad (200-350 Km/h).
- User Friendliness & User Personalization: esta red va enfocada por completo a la interacción de los usuarios con otras aplicaciones y servicios y por eso debe ser simplificada. También debe dar opciones de configuración en función de las preferencias personales.
- Oferta uniformizada de servicios: se espera poder ofrecer cualquier servicio desde cualquier dispositivo y tecnología de acceso.

### 3.4 **Arquitectura general del sistema LTE**

La arquitectura del sistema LTE se denomina EPS (Evolved Packet System) y trabaja mediante el mecanismo de conmutación de paquetes; la red física que se utiliza en LTE para interconectar todos los equipos de la red (red de transporte) es una red IP convencional. La arquitectura se divide en tres elementos principales:

- Equipo de usuario (UE): permite al usuario conectarse a la red LTE y disfrutar de los servicios que nos proporciona. La arquitectura contiene dos elementos básicos (al igual que en GSM y UMTS): una SIM/USIM y el terminal móvil (ME) (Stefania Sesia, 2009).
- Red de acceso (E-UTRAN): está formada únicamente por las estaciones base que se llaman eNodosB que integran todas las funcionalidades de la red de acceso y proporcionan la conectividad entre los usuarios y la red troncal EPC. Esto supone un cambio respecto a generaciones anteriores,

---

<sup>3</sup> All-IP: término que se utiliza para hablar de una tecnología basada completamente en IP (conmutación de paquetes IP).

<sup>4</sup> IPv6: versión 6 de IP.

GMS y UMTS, ya que en ellas aparte de estaciones base (BTS y NodóB) la red de acceso tenía un equipo que coordinaba (BSC y RNC). (Stefania Sesia, 2009)

- Red troncal (EPC): su núcleo está formado por tres entidades de red: MME, S-GW y P-GW, que junto a la base de datos principal del sistema HSS, constituyen los elementos principales para prestar servicio IP entre los UE conectados al sistema a través de la red de acceso E-UTRAN y redes externas a las que se conecta la red troncal EPC (Harri Holma, 2009).

Una característica importante de LTE es que se contempla también el acceso a sus servicios a través de las tecnologías UMTS y GSM y mediante otras redes de acceso como CDMA2000, Mobile WiMAX, redes 802.11, etc. (Erik Dahlman, 2008)

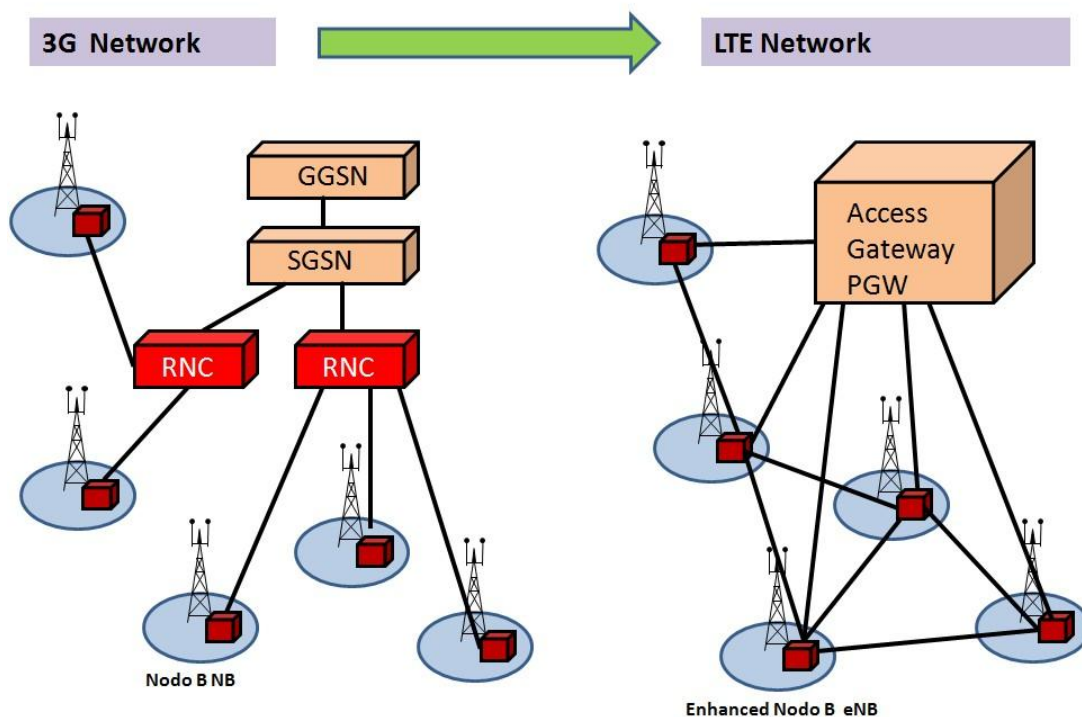


Ilustración 3-3 Comparativa de la red de acceso entre 3G y 4G.

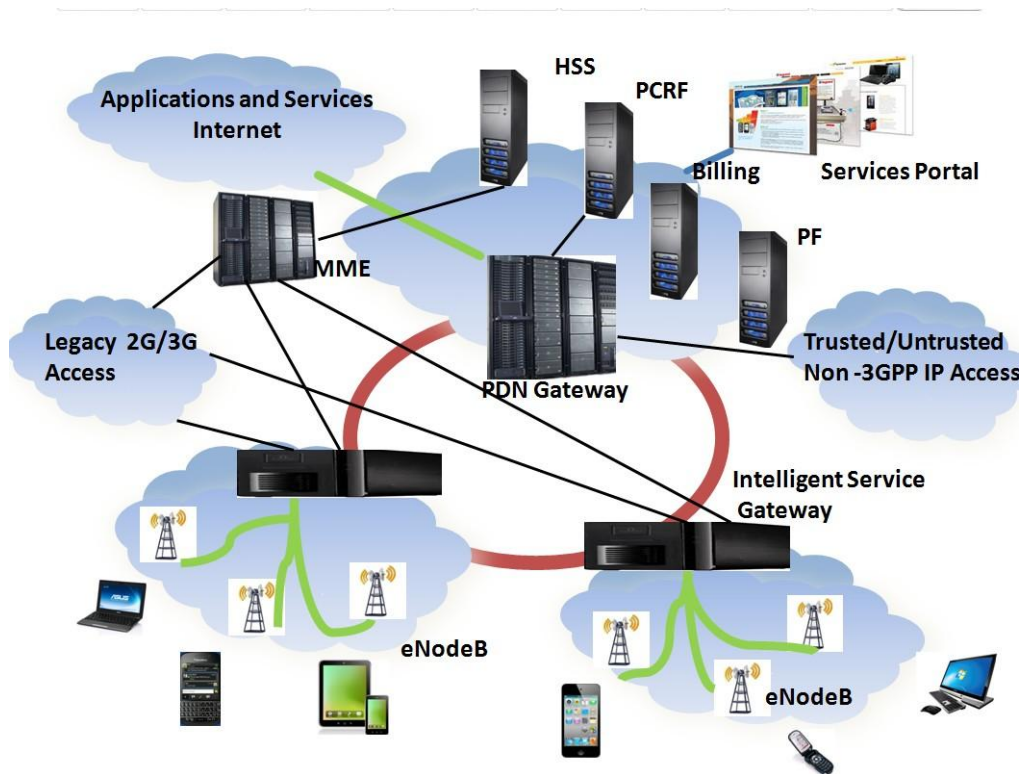


Ilustración 3-4 Esquema general de la arquitectura LTE

### 3.5 Tecnologías de implementación de 4G

Las tecnologías implicadas en la implantación de redes 4G (teniendo en cuenta que debe reutilizarse la infraestructura actual) son las siguientes:

- Multiplexación OFDM: Este tipo de multiplexación aprovecha los huecos entre cada canal variando la fase de las portadoras, pudiendo así hacer un uso más eficiente del espectro de frecuencias.
- Multiplexación OFDMA (Harri Holma, 2009): es la versión multiusuario del OFDM ya que se utiliza para que un grupo de usuarios puedan compartir el espectro de un canal (dividiendo dicho canal en un conjunto de subportadoras, que se reparten en grupos en función de la necesidad de cada uno de los usuarios). Facilita la eficiencia espectral permitiendo cancelar de forma eficiente las interferencias co-canal y los rápidos desvanecimientos.
- Transmisión direccional de la señal (Beam-forming): es una técnica de procesamiento de señales usada en arrays de sensores para transmisión y

recepción direccional de señales. Se consigue gracias a la combinación de distintos elementos en el array provocando interferencias totalmente constructivas o destructivas (según como interese) en las señales al transmitir en ángulos determinados. De esta forma se mejora la cobertura, capacidad, tasas de datos, calidad de servicio y ayuda a los problemas de interferencias y desvanecimientos.

- Hybrid Automatic Repeat Request (HARQ): se trata de una combinación entre la técnica de detección de errores ARQ (que detecta los errores pero no es capaz de corregirlos) junto con una técnica de corrección de errores (que no descarta los paquetes corruptos y los usa para decodificar la señal total). Esta técnica mejora la velocidad de transmisión en el enlace ascendente y descendente.
- Antenas MIMO: es una de las tecnologías de antenas inteligentes que permite la mejora del rendimiento de la comunicación mediante el uso de múltiples antenas en el canal emisor y el receptor. Proporciona una mejora en la capacidad y en la integridad de los datos.
- Multiportadoras: permite altas tasas de datos por canal y picos de tráfico agrupando distintos canales de una estación base LTE en un solo canal lógico, pudiendo así soportar un ancho de banda de transmisión mayor del especificado por la 3GPP (20 MHz).
- CoMP: comprende una serie de técnicas que permiten enviar y recibir información desde y hacia un terminal desde diferentes estaciones base (enodos B en el caso de LTE) para asegurar el rendimiento óptimo de la red, incluso cuando el terminal se encuentra localizado en los bordes de las celdas.
- Transmisión/rendimiento: se instalan ciertos elementos que determinan si el rendimiento se está viendo degradado en algún momento. Uno de estos elementos son las femtoceldas (que se pueden instalar de forma independiente o en clusters) y que ayudan a la mejora de la cobertura ya que crean una infraestructura más densa. Así se reduce la distancia entre emisor y receptor, proporcionando por tanto mayores tasas de transferencia y mejor conectividad.
- HetNet: las redes heterogéneas son capaces de manejar distintos estándares y tipos de acceso diferentes para que cualquier dispositivo pueda acceder a

la red. Si se trata de una red amplia puede utilizar macroceldas, picoceldas y/o femtoceldas para ofrecer cobertura inalámbrica.

- Técnicas SON: las estaciones base son capaces de optimizar regularmente sus parámetros y algoritmos por sí mismas basándose en las condiciones radio y comportamiento de la red. Estas técnicas reducen las técnicas manuales de optimización de red ya que por sí sola es capaz de autoconfigurarse, permitiendo así un despliegue más rápido, reducción de costes y disminución del ratio de error.

### **3.6 Tecnologías alternativas a LTE**

Existen una serie de alternativas tecnológicas a LTE y que pueden resultar competidoras.

WiMAX (denominada WiBro por los estándares coreanos) resulta un potencial competidor de LTE ya que al igual que esta última puede ser desarrollada con distintas frecuencias de espectro y en diversos lugares del mundo, ya que cuenta con el soporte de la industria. WiMAX es una tecnología inalámbrica que brinda acceso y conectividad de banda ancha y permite comunicaciones de alta velocidad, incluso a distancias considerables. Se puede utilizar en la mayoría de los servicios mencionados para LTE: aplicaciones multimedia, TV móvil, videotelefonía, VoIP, ofreciendo auténtica movilidad de banda ancha y con potentes mecanismos de QoS (GoingWiMAX, November 3rd, 2010).

Las tecnologías LTE y WiMAX tienen varias similitudes:

- Permiten la convivencia de tecnologías inalámbricas ya existentes.
- Utilizan técnicas multiantena para mejorar las tasas de transmisión de datos.
- Están basadas en una arquitectura IP.
- Multiplican la velocidad a la cual los usuarios acceden a la red.

Aunque las diferencias entre ambas tecnologías hace que unas empresas elijan una u otra:

- LTE desarrollado por la 3GPP y Mobile WiMAX por IEEE 802.16e-2005.

- WiMAX nació como una tecnología de conectividad fija que evolucionó hacia la movilidad. LTE sin embargo nació desde el principio como un estándar móvil fruto de la evolución de las redes GSM y UMTS.
- WiMAX se desarrolló con cierta ventaja de tiempo sobre LTE y por tanto se hicieron pruebas y desarrollos mucho antes.
- Las bandas de frecuencia y el espectro asignado a cada una de ellas son muy distintos.
- La arquitectura de LTE es fácilmente integrable con la infraestructura ya existente. La arquitectura WiMAX es más compleja.
- Los anchos de banda y alcances en zonas rurales son menores en el caso de WiMAX.

A pesar de que hubo un tiempo en que estas tecnologías eran claras competidoras, actualmente los operadores han decidido invertir en desplegar sus redes con LTE y por ese motivo es la tecnología predominante actualmente.

Existe otra tecnología, UMB (formalmente EV-DO) fruto de la mejora del estándar móvil CDMA2000 por parte del 3GPP2<sup>5</sup> para aplicaciones de próxima generación. A finales del año 2008, el principal sponsor de esta tecnología, Qualcomm, anunció la parada en el desarrollo de la misma, favoreciendo de esta forma a LTE (Qualcomm, November 13th, 2008).

En la Tabla 3-1 se muestra una comparación de métodos de acceso a Internet móvil con las tecnologías mencionadas anteriormente y otras menos conocidas:

<b><u>Nombre</u></b>	<b><u>Familia</u></b>	<b><u>Uso primario</u></b>	<b><u>Tecnología Radio</u></b>
<b>EDGE Evolution</b>	GSM	Internet móvil	TDMA/FDD
<b>UMTS W- CDMA</b>	UMTS/3GSM	3G	CDMA/FDD
<b>HSDPA, HSUPA</b>			CDMA/FDD/MIMO
<b>UMTS-TDD</b>	UMTS/3GSM	Internet móvil	CDMA/TDD
<b>HSPA+</b>	3GPP	4G	CDMA/FDD MIMO
<b>LTE</b>	3GPP	4G	OFDMA/MIMO/SC- FDMA
<b>WiMax rel 1</b>	802.16	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA
<b>WiMax rel 1.5</b>	802.16-2009	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA

<sup>5</sup> 3GPP2: colaboración entre asociaciones de telecomunicación para conseguir un sistema de especificación 3G aplicable y con el objetivo del proyecto IMT-2000. En la práctica, es un grupo de estandarización para CDMA2000.

<b>WiMAX rel 2</b>	802.16m	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA
<b>Flash-OFDM</b>	Flash-OFDM	Internet móvil	Flash-OFDM
<b>HIPERMAN</b>	HIPERMAN	Internet móvil	OFDM
<b>Wi-Fi</b>	802.11 (11n)	Internet móvil	OFDM/MIMO
<b>iBurst</b>	802.20	Internet móvil	HC-SDMA/TDD/MIMO

**Tabla 3-1 Diversos métodos de acceso móvil a Internet, Ref. (Mohsin Jamil)**



## **CAPÍTULO 4**

# **4 INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA**

En este capítulo se presenta el informe de vigilancia tecnológica de las tecnologías radio comentadas en el capítulo 3, que podrán dar solución a las limitaciones que existen con las aplicaciones de nueva generación. Estas limitaciones se agravan dado el gran crecimiento del tráfico de datos en las actuales redes y por tanto surge la necesidad de implantar una nueva tecnología 4G/LTE, que se estudió detallada y teóricamente en el capítulo anterior y que se analiza desde el enfoque de la vigilancia tecnológica en este capítulo. Durante el capítulo se hacen alusiones reiteradas a la UNE 166006 (AENOR, Marzo 2011) ya que es la que regula las bases de un buen sistema de vigilancia tecnológica.

### **4.1 Crecimiento del tráfico en las redes móviles**

Estudiando los tipos de tráfico en las redes móviles, así como la proporción en la que se distribuye por tipos de dispositivos móviles y por zonas, podremos entender mejor cual va a ser su evolución y por tanto sus perspectivas futuras de crecimiento.

#### 4.1.1 Voz y datos: un crecimiento descompensado

La Ilustración 4-1 muestra el tráfico total global de redes móviles desde el año 2007 separado en voz (color amarillo) y datos (color rojo); en el eje vertical vemos el tráfico total mensual (de subida y bajada) medido en Petabytes <sup>6</sup> y en el eje horizontal la división por trimestres de cada año. Se observa que la tendencia es muy clara y las previsiones de tráfico de los próximos años apuntan a que:

- La voz seguirá un crecimiento linealmente estable con algunas variaciones estacionales, producido principalmente por los nuevos suscriptores en Asia, Pacífico, Oriente Medio y África.
- Los datos móviles sufrirán un fuerte crecimiento exponencial y determinarán que el verdadero crecimiento está en el tráfico de datos dado el aumento continuo de la media de volumen de datos por suscriptor.

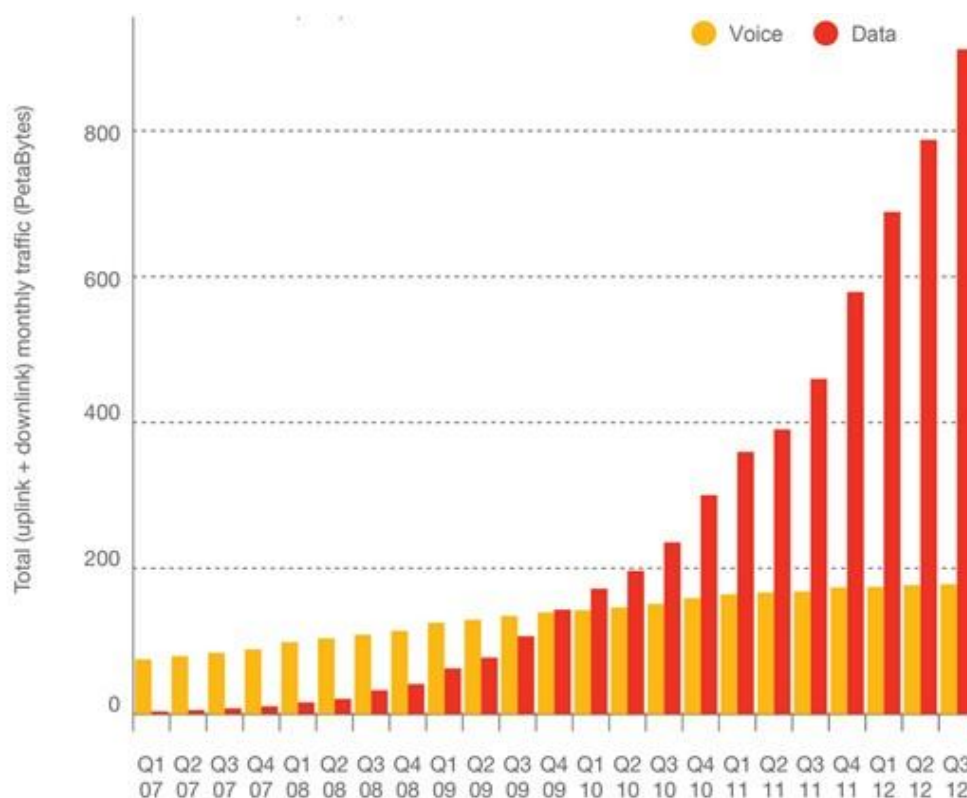
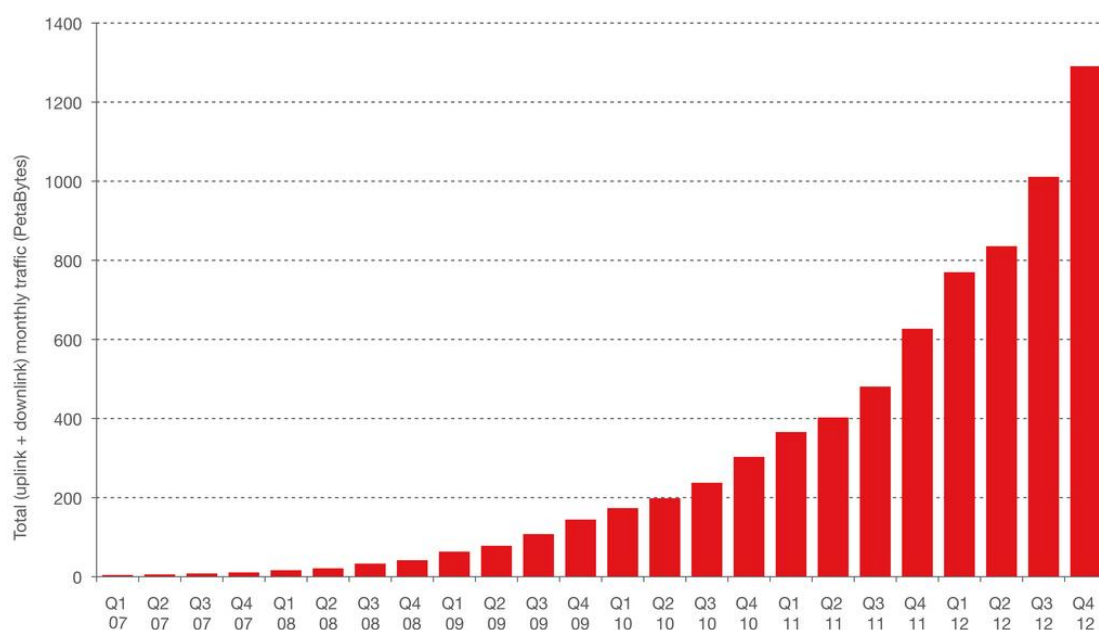


Ilustración 4-1 Tráfico total global en redes móviles, 2007 – Q3/2012, Ref. (Ericsson, 2013)

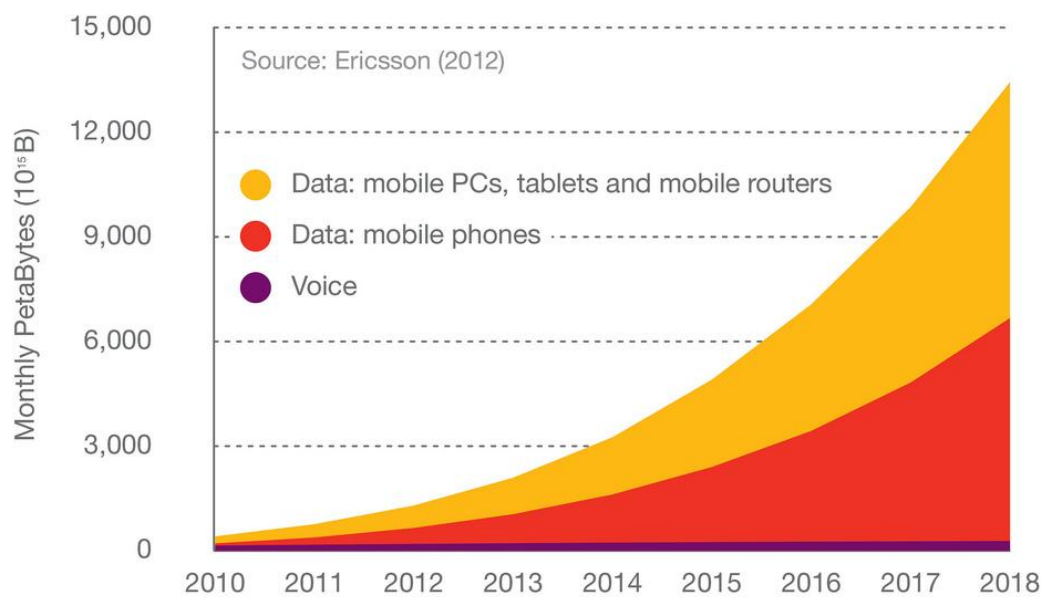
<sup>6</sup> 1 Petabyte =  $10^{15}$  bytes

Cabe destacar que el tráfico de datos se dobló en número entre el tercer trimestre del 2011 y el tercer trimestre del 2012; asimismo el crecimiento solo entre el segundo y tercer trimestre de 2012 es del 16%. En la Ilustración 4-2, se encuentra también reflejada la información sobre tráfico de datos del último cuatrimestre del año 2012; se puede apreciar que entre el tercer y cuarto trimestre del año 2012 el crecimiento es de un 20% en tráfico de datos, lo cual refuerza aún más la tendencia mencionada.



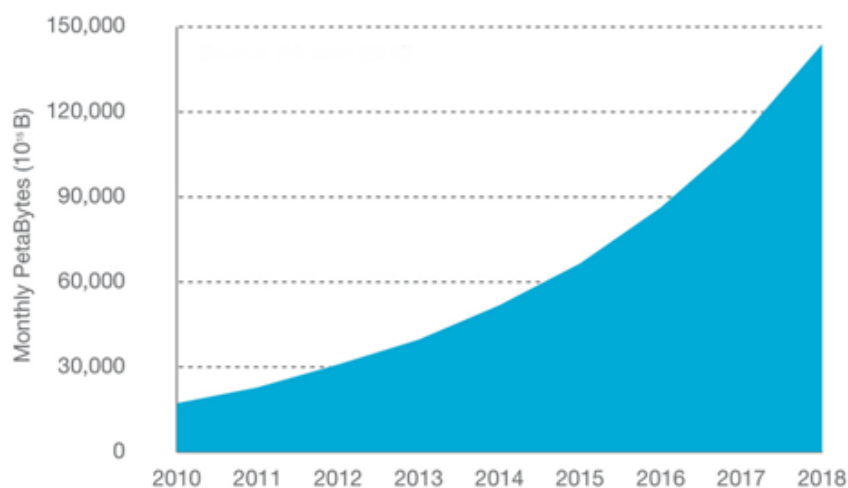
**Ilustración 4-2 Tráfico total global en redes móviles, 2007 – 2012, Ref. (Ericsson, 2013)**

Este crecimiento desbalanceado entre voz y datos es debido principalmente a que han aparecido en los últimos años multitud de dispositivos que utilizan el canal de datos: dispositivos PC portátil (por ejemplo, PDAs), tabletas (iPad y pequeños ordenadores portátiles y generalmente de pantalla táctil) y routers móviles (pequeño dispositivo que permite acceder a Internet sin una red fija cableada y dar conectividad a uno o más dispositivos). A pesar de que el tráfico mencionado anteriormente (y que está representado en amarillo en la Ilustración 4-3) es dominante en la mayoría de las regiones (excepto en Norte América), el tráfico generado por los cada vez más famosos y comunes smartphones (teléfonos móviles de última generación) crece a un ritmo vertiginoso debido al gran aumento de suscripciones de los últimos años. Según se ve en la Ilustración 4-3, en los últimos años del estudio (2017-2018) el tráfico de datos se repartirá entre los teléfonos móviles y el resto de dispositivos portables mencionados; mientras que el tráfico de voz crecerá muy lentamente y no será ni mucho menos comparable con el tráfico de datos.



**Ilustración 4-3 Tráfico móvil global: voz y datos, 2010 – 2018, Ref. (Ericsson, 2013)**

Como anotación y para que sirva de referencia al lector, a pesar de que el tráfico de datos móviles está creciendo considerablemente más rápido que el tráfico de datos fijos (entenderemos por fijo todo aquel tráfico que viaja por una red física cableada), en volúmenes absolutos, el tráfico de datos fijos permanecerá como dominante en el período mencionado anteriormente (2010-2018), tal y como se aprecia comparando la Ilustración 4-3y la Ilustración 4-4.

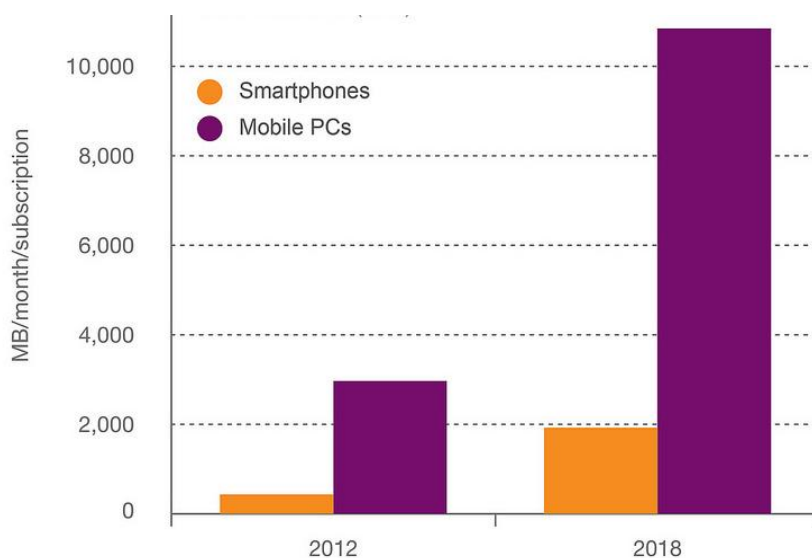


**Ilustración 4-4 Tráfico fijo global, 2010 – 2018, Ref. (Ericsson, 2013)**

#### 4.1.2 Crecimiento en función de los dispositivos

El desarrollo del tráfico móvil vendrá dado por el cada vez más frecuente acceso a Internet desde dispositivos móviles y el uso de aplicaciones que utilizan el canal de datos como la mensajería instantánea, las videollamadas, televisión por streaming, descarga de contenidos multimedia y otras aplicaciones que suponen una alta demanda de transmisión de datos en condiciones de movilidad. Se espera que aproximadamente haya una tasa anual de crecimiento del tráfico de datos móviles del 50% (entre el 2012 y el 2018), debida principalmente a la transmisión de vídeo; esto supone 12 veces más tráfico de datos a finales de 2018 que a principios de 2012.

Retomando la premisa de que el tráfico en dispositivos de gran tamaño supera con creces el tráfico de los smartphones, se puede intuir fácilmente que uno de los motivos que afectan es la dimensión y la resolución de la pantalla del dispositivo (la misma información mostrada en dispositivos diferentes supone un tráfico de datos distinto, superior en dispositivos de mayor tamaño). A pesar de que los últimos y más recientes modelos de smartphone tienen una resolución tal que alcanzan en muchos casos el nivel de calidad de la de un PC portátil o una tableta, el tráfico generado en media por estos últimos es siete veces mayor al tráfico generado por un teléfono móvil. Como complemento a la Ilustración 4-5 y por dar cifras concretas, a finales del año 2012, una tableta portátil generaba en media unos 3GB frente a los 450 MB que generaba en media un Smartphone. Para finales de 2018, se estima que un PC generará alrededor de 10 GB al mes frente a un Smartphone que generará 2 GB, siempre teniendo en cuenta que estos valores dependen en gran medida de los patrones de comportamiento de los usuarios finales en las diferentes redes y mercados.



**Ilustración 4-5 Tráfico mensual por suscripción de smartphones y dispositivos PC portátiles, 2012 y 2018, Ref. (Ericsson, 2013)**

### 4.1.3 Crecimiento en función de la región

Un aspecto importante en el crecimiento del tráfico móvil son las grandes diferencias en los niveles de crecimiento de tráfico entre los distintos mercados, regiones y operadores. En la Ilustración 4-6 podemos ver el número de suscripciones móviles en cada región a lo largo del tiempo hasta finales del 2018, caracterizado por el continuo crecimiento en todas las regiones. Este crecimiento de suscripciones se debe a motivos diferentes en función de la región: en APAC el crecimiento es principalmente por nuevos suscriptores; sin embargo, por todo América del Norte el crecimiento se debe a las múltiples suscripciones por parte de un único individuo, que probablemente tenga una tableta aparte de un teléfono móvil. Resulta importante en este punto hacer una aclaración sobre la diferencia entre suscripciones (una por cada dispositivo) y suscriptores (individuo que realiza las suscripciones) debido a que algunos suscriptores pueden tener varias suscripciones.

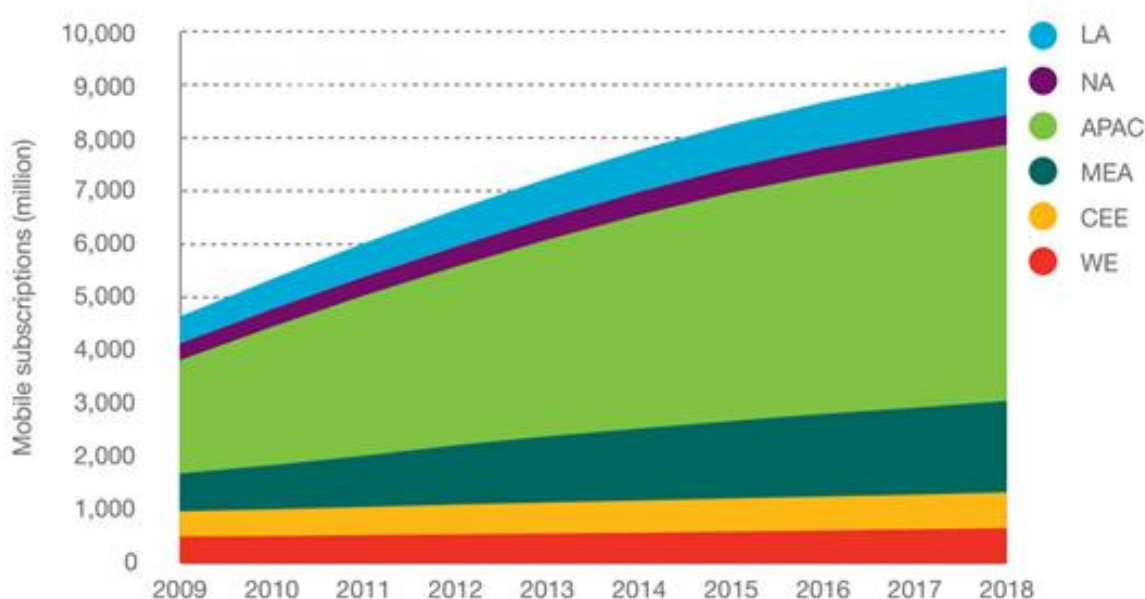


Ilustración 4-6 Suscripciones móviles por región, evolución temporal 2009-2018

Resulta interesante hacer un estudio analizando el crecimiento por regiones mediante el índice de madurez tecnológica, que se mide en función de la mezcla de tecnologías de comunicación móvil existentes en un país. Para ello nos ayudaremos de la Ilustración 4-8 y Ilustración 4-7, que reflejan las suscripciones móviles por tecnología en el año 2012 y 2018, respectivamente. Se debe tener en cuenta que estas suscripciones

están definidas por la tecnología más avanzada que tanto el teléfono móvil como la red son capaces de soportar.

- Las regiones menos maduras están dominadas por las tecnologías 2G, como GSM/EDGE, mientras que las regiones más maduras como Europa Occidental (WE) son dominadas por HSPA.
- Como se puede apreciar, LTE está creciendo con fuerza, particularmente en América del Norte (NA) que al haber sido una de las pioneras conseguirá que LTE sea la tecnología dominante en 2018. Haciendo un análisis en mayor profundidad, las tecnologías GSM/EDGE se reducirán en gran cantidad dando paso al cada vez más fuerte LTE cuyo rápido crecimiento en el número de suscripciones irá liderado por la gran competición entre compañías y la demanda que los usuarios hagan de esta nueva tecnología, sin descartar a todos los usuarios que serán migrados de CDMA a LTE por las operadoras norteamericanas.
- En el caso de Latinoamérica (LA), la base de suscriptores está en GSM/EDGE. Aunque en 2018 esta tecnología seguirá teniendo una presencia notable, WCDMA/HSPA será la tecnología dominante. El gran crecimiento en esta región dependerá principalmente del desarrollo económico y de la demanda de los consumidores.
- El claro ejemplo de un mercado maduro viene definido por Europa Occidental, que presentará poco crecimiento en el número de suscripciones en los años venideros; el verdadero crecimiento vendrá dado por el aumento del número de dispositivos conectados. HSPA fue claramente la tecnología dominante en 2012 y se espera que la tecnología LTE haya penetrado en la región alrededor de un 30% de las suscripciones para 2018.
- El mercado en Asia y el Pacífico continúa aumentando el número de suscripciones. Algunos mercados como Japón y Corea ya han aceptado el reto de las suscripciones LTE, quizá demasiado pronto comparado con el tardío lanzamiento que se dará en los países menos desarrollados de la región. China será un país relevante puesto que sumará un gran número de suscripciones LTE.
- Europa Central y del Este (CEE) mostraron durante 2012 un importante incremento de suscripciones HSPA, mientras que LTE estará presente en la mayoría de los países de la región para 2018, comenzando inicialmente a implantarse en las zonas más desarrolladas.

- En Oriente Medio y África dominaba el GSM/EDGE durante 2012. En 2018 será la región con el mayor porcentaje de uso de esta tecnología principalmente por el gran uso de terminales de bajo precio (lowcost). Sin embargo, la región es muy diversa y por tanto habrá grandes diferencias entre las áreas muy desarrolladas y las áreas menos desarrolladas.

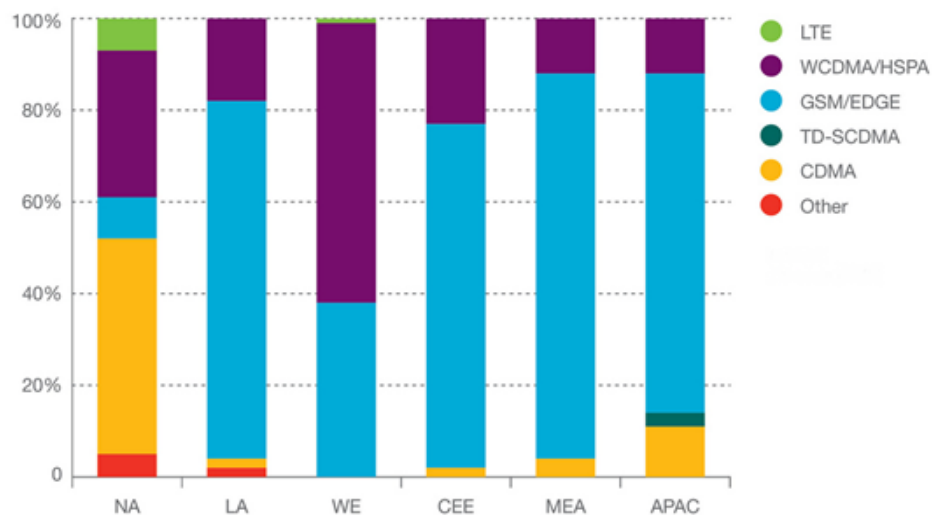


Ilustración 4-8: Suscripciones móviles por tecnología y región, año 2012, Ref. (Ericsson, 2013)

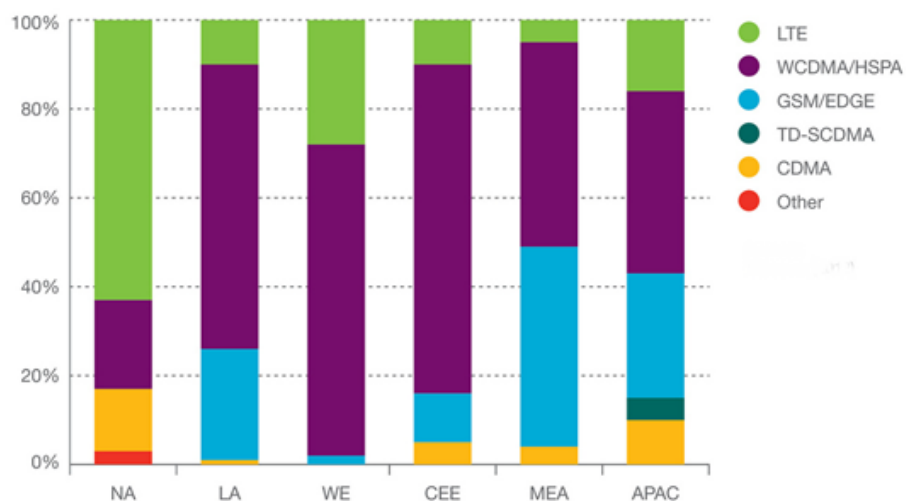


Ilustración 4-7: Suscripciones móviles por tecnología y región, año 2018, Ref. (Ericsson, 2013)



## **4.2 Tecnología LTE: solución al crecimiento del tráfico de datos móviles desorbitado**

Después de un análisis exhaustivo que muestra el descontrolado crecimiento del tráfico de datos móviles, surge otro problema que resulta crucial analizar y que supone un punto de partida a la hora de considerar la implantación de una nueva tecnología móvil en un futuro como es LTE: la entrada imparable en el mercado de smartphones, tabletas y otros dispositivos móviles junto con el cada vez más frecuente uso de aplicaciones que consumen muchos recursos de las redes móviles.

### **4.2.1 La invasión de los smartphones**

Aunque parezca mentira en tiempos de crisis, el smartphone es el dispositivo que más se ha vendido durante el último año, de hecho, casi un 20% de propietarios de estos terminales hace menos de 6 meses que lo tiene, ya que tan sólo una quinta parte de estos usuarios tenían un Smartphone hace tres años. Este crecimiento, en el que la palabra exponencial consigue quedarse corta, no solo está perfilando la forma que tienen los usuarios de acceder a la sociedad de la información sino que las propias empresas también comienzan a adaptarlo de forma masiva. Según un estudio realizado por Telefónica (Telefónica, 2013), la banda ancha móvil es el servicio de comunicaciones que más ha crecido en 2012 en PYMES y autónomos, debido principalmente al aumento de uso de smartphones para conectarse a Internet, que creció un 62,7% a pesar de las reducciones presupuestarias de muchas empresas debido a la situación económica de nuestro tiempo.

De esta forma, el smartphone comienza a ser un elemento indispensable que mantiene al usuario conectado en todo momento y por eso no nos debe extrañar que estos terminales supongan ya el 34% del mercado de los teléfonos móviles y creciendo. Como datos adicionales, los líderes indiscutibles en la venta de estos dispositivos son Samsung y Apple (que juntos se llevan la mitad del mercado) y Android e iOS como sistemas operativos a nivel mundial, ya que ambos suponen un 80% del mercado. En la Tabla 4-1, se pueden ver algunos datos de ventas de smartphones de los dos últimos años, según datos del (IDC, 2012).

En el caso de España, el 94,3% de la población tiene teléfono móvil (INE, 2012) y el porcentaje sube a 99% en jóvenes de entre 25 a 34 años; el 57% de españoles tiene un smartphone (INE, 2012). Los españoles son los europeos que más dispositivos tecnológicos tienen, superando la media europea para todos los tipos de dispositivos

(TNS).

Compañía	Unidades vendidas 2T 12	Porcentaje mercado 2T 12	Unidades vendidas 2T 11	Porcentaje mercado 2T 11	Modificación interanual
Samsung	50,2	32,60%	18,4	17%	172,80%
Apple	26	16,90%	20,4	18,80%	27,50%
Nokia	10,2	6,60%	16,7	15,40%	-38,90%
HTC	8,8	5,70%	11,6	10,70%	-24,10%
ZTE	8	5,20%	2	1,80%	300,10%
Otros	50,7	32,90%	39,2	36,20%	29,30%
<b>Total</b>	<b>153,9</b>	<b>100%</b>	<b>108,3</b>	<b>100%</b>	<b>42,10%</b>

Tabla 4-1: Ventas de smartphones en el mundo (en millones de uds), Ref. (INE, 2012)

No solo los smartphones contribuyen al crecimiento de Internet (a pesar de que en la actualidad son el motor principal). Las cada vez más frecuentes tabletas, lectores de libros, videoconsolas y otros dispositivos móviles portátiles jugarán un papel fundamental en el acceso a Internet de los próximos años. Estos dispositivos dejan de servir para un acceso esporádico a Internet, cuyo usuario se ceñía al uso del mismo mediante únicamente redes Wi-Fi. En la actualidad y cada vez más en un futuro, se recurre a la BAM<sup>7</sup> sin tener que estar buscando en qué lugares hay conexión Wi-Fi y en cuales no, de hecho en la actualidad este último está superado por la BAM como medio principal de acceso desde el móvil.

#### 4.2.2 LTE: una buena solución

Ante esta invasión de terminales de nueva generación que dan lugar a gran cantidad de tráfico de datos y hacen un consumo de los recursos de la red móvil muy elevado, se produce saturación en las redes. En situaciones concretas de alta demanda de tráfico como macroeventos (como pueden ser por ejemplo partidos deportivos, conciertos, concentraciones o manifestaciones) se producen situaciones de alta carga con gran número de usuarios bloqueados sin poder hacer llamadas ni acceder a la red. En general, estas situaciones y otras más cotidianas exigen redes de mayor capacidad y, a veces incluso, refuerzos en el dimensionamiento de las mismas. Surge claramente un

---

<sup>7</sup> Banda Ancha Móvil.

problema de capacidad y por tanto la necesidad de evolución de la tecnología de red móvil.

Por otra parte, retomando la descripción sobre las distintas tecnologías que hicimos en el capítulo 3, muchas aplicaciones dejan en evidencia que las prestaciones de UMTS (incluso con HSPA) resultan insuficientes en cobertura y tasas de transmisión así como que el coste y la capacidad del espectro radioeléctrico asignado impiden su explotación en formato tarifa plana, bloqueando de esta forma su desarrollo. Ya comentamos previamente que las redes 3G tienen varias barreras tales como tasas de transmisión que resultan insuficientes para las aplicaciones multimedia del futuro, múltiples interferencias entre servicios y usuarios, una red poco heterogénea, un ancho de banda bastante saturado, limitaciones en el espectro de frecuencias y dificultades de roaming entre distintas bandas de frecuencia. Todas estas trabas impulsan la necesidad de una nueva evolución en las redes móviles en donde LTE puede aportar facilidades a los usuarios y proveedores, así como dar solución a las limitaciones anteriormente mencionadas.

Adicionalmente, son muchas y diversas las variaciones y mejoras que LTE introduce respecto a anteriores tecnologías de comunicación móvil aunque quizá destacan dos principalmente: por una parte, que todos los servicios que ofrece LTE son sobre IP, incluida la voz; y por otra parte, que las velocidades de pico se sitúan dentro del rango de los 100Mbps y 1Gbps, ampliamente superiores a las conseguidas con los sistemas precedentes. Un factor importante y que también supone mejoras con LTE respecto a tecnologías anteriores son algunas barreras que existían, por ejemplo las que impiden la consecución de una buena capacidad de reproducción y descarga de contenidos multimedia en condiciones de movilidad, ya que actualmente se producen cortes o saltos (en el caso de la reproducción) y fallos en las subidas y descargas de ficheros de gran tamaño.

Aunque en el capítulo 3 se detallaron más extensamente algunas ventajas que pueden suponer la implantación de LTE, a continuación se recogen las más importantes y que pueden suponer una mejora sobre la situación actual:

- Mejora de la tasa de transferencia de datos gracias al uso de soluciones multi-antena.
- Mayor eficiencia espectral gracias al mayor ancho de banda en transmisión, ya que se reducen los márgenes de guarda.
- Mejoras en la gestión de la energía, en la cobertura y despliegue de red.
- Aumento de la fiabilidad en las comunicaciones.
- Mayor seguridad de red.

En los siguientes apartados se aportan los resultados y conclusiones obtenidos de las consultas y análisis de distintos recursos como publicaciones científicas, estudio de distintas estadísticas y patentes publicadas relacionadas con el tema que refuerzan la idea de que la implantación de esta nueva tecnología radio LTE puede solventar la mayor parte de estos problemas, así como ofrecer otras ventajas y servicios.

### **4.3 Patentes en el ámbito de la tecnología 4G/LTE**

A continuación aplicaremos una de las metodologías para hacer vigilancia tecnológica según la norma UNE 166006 (AENOR, Marzo 2011) consistente en el análisis del panorama de las patentes, en este caso del ámbito 4G/LTE. Tal y como se comentó en el capítulo 2, resulta de vital importancia el análisis de patentes en un sistema de vigilancia tecnológica y por ese motivo tomamos esta metodología para hacer un estudio en profundidad de uno de los indicadores de cómo va a evolucionar esta tecnología. Este estudio puede resultar un elemento determinante a la hora de tener en cuenta el éxito de esta tecnología y de decidir llevar a cabo un nuevo despliegue de red con la misma.

#### **4.3.1 Proceso de búsqueda y clasificación de las patentes**

La (OEPM)<sup>8</sup> es un organismo español y público responsable del registro y la concesión de las distintas modalidades de Propiedad Industrial. La asistencia a la jornada sobre protección legal de la innovación de la Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid (Comercio, 2013), me dio algunas nociones de la importancia que tienen proteger legalmente cualquier proyecto de carácter innovador. En un principio, se hizo una búsqueda de patentes españolas relacionadas con el ámbito 4G/LTE. Desafortunadamente, hoy en día no tienen muchas registradas dado que España aún no es un país muy puntero en esta tecnología.

Posteriormente, se hizo una búsqueda en la (USPTO)<sup>9</sup>, cuya base de datos es mucho más grande y alberga patentes y marcas registradas de muy diversas características. El proceso de búsqueda consistió en usar varios de los navegadores avanzados de los que dispone la web, filtrando por fechas recientes (patentes de los

---

<sup>8</sup> OEPM: Oficina Española de Patentes y Marcas

<sup>9</sup> USPTO: The United States Patent and Trademark Office

últimos años, y mediante una serie de palabras claves en inglés: “LTE”, “Long AND Term AND Evolution”, “4G”, “mobile communications”, “3GPP”. Otras búsqueda se hicieron a través del *abstract* de las patentes, con palabras como “GSM OR UMTS OR 2G OR 3G”. También existe la opción de hacer búsquedas por familias (en este caso busqué dentro del área *Mobile Communications Technology*, con términos relacionados con LTE como: “MIMO OR OFDM OR Multicarriers OR HARQ OR HetNet or Self-Organizing Networks OR SON OR Spectral Efficiency OR Beamforming OR Networks Coverage OR Networks Deployment”. Una combinación de todas esta formas de búsqueda me fue dando resultados que filtraba y almacenaba por número de patente, pudiendo así posteriormente eliminar las patentes repetidas de búsquedas diferentes. También almacené otros campos como categoría o familia a la que pertenecían las patentes y fecha de publicación, para poder hacer una clasificación posteriormente. De esta forma conseguí hacer una estimación del número de patentes relacionadas con el ámbito 4G/LTE desde 1990 a 2011. La idea que se quería mostrar es que las patentes sobre LTE/4G no son algo novedoso (con certeza, en el año 2012 y el período de 2013 que llevamos el número de patentes es más elevado que en el período mencionado anteriormente), sino que se investiga en este ámbito desde hace más de 20 años, no solo en la tecnología concreta sino en otras características que la complementan.

#### 4.3.2 Distribución y análisis de patentes

A la hora de considerar qué patentes son importantes y resultan objeto de nuestro estudio, debemos fijarnos en las características propias de las redes y terminales que convivirán en la red 4G/LTE. Después de analizar el panorama de las patentes relacionadas con esta tecnología y teniendo en cuenta las características comentadas en el capítulo 3, las clasificaremos en los siete grupos importantes que se muestran en la Tabla 4-2, algunas de las categorías con las subcategorías correspondientes. En el capítulo 3 se explicaron cada uno de los términos de la tabla relacionados con la tecnología mencionada.

<u>Categoría</u>	<u>Patentes presentadas</u>	<u>Subcategoría</u>	<u>Utilidad</u>
Tasa de Transferencia de Datos	4958	Transmisión direccional de la señal	Nivel de Terminal
		HARQ	Nivel de Terminal
		MIMO	Nivel de Terminal y Nivel de Red

Eficiencia espectral	7153	OFDM	Nivel de Terminal
		Multiportadoras	Nivel de Red
Gestión de la energía	137	CoMP	Nivel de Terminal
Fiabilidad de la comunicación	119	Transmisión/Rendimiento	Nivel de Red
Cobertura de red	122	HetNet	Nivel de Red
Despliegue de red	220	Red auto-organizada	Nivel de Red
Seguridad de red	87		Nivel de Red

**Tabla 4-2: Categorías de las patentes relacionadas con LTE y su utilidad**

A pesar de que el número de patentes registradas resulta descompensado entre categorías, es necesario estudiar la evolución temporal de las mismas. Como resulta lógico en los últimos años se han registrado muchas más que en una década anterior. A continuación, se muestra un árbol de evolución en el tiempo de las patentes de la tecnología 4G/LTE en el que cada círculo representa las patentes registradas por año y categoría determinada. Este tipo de gráficos resultan de utilidad para ver de forma fácil y rápida qué categorías son predominantes en cada año.

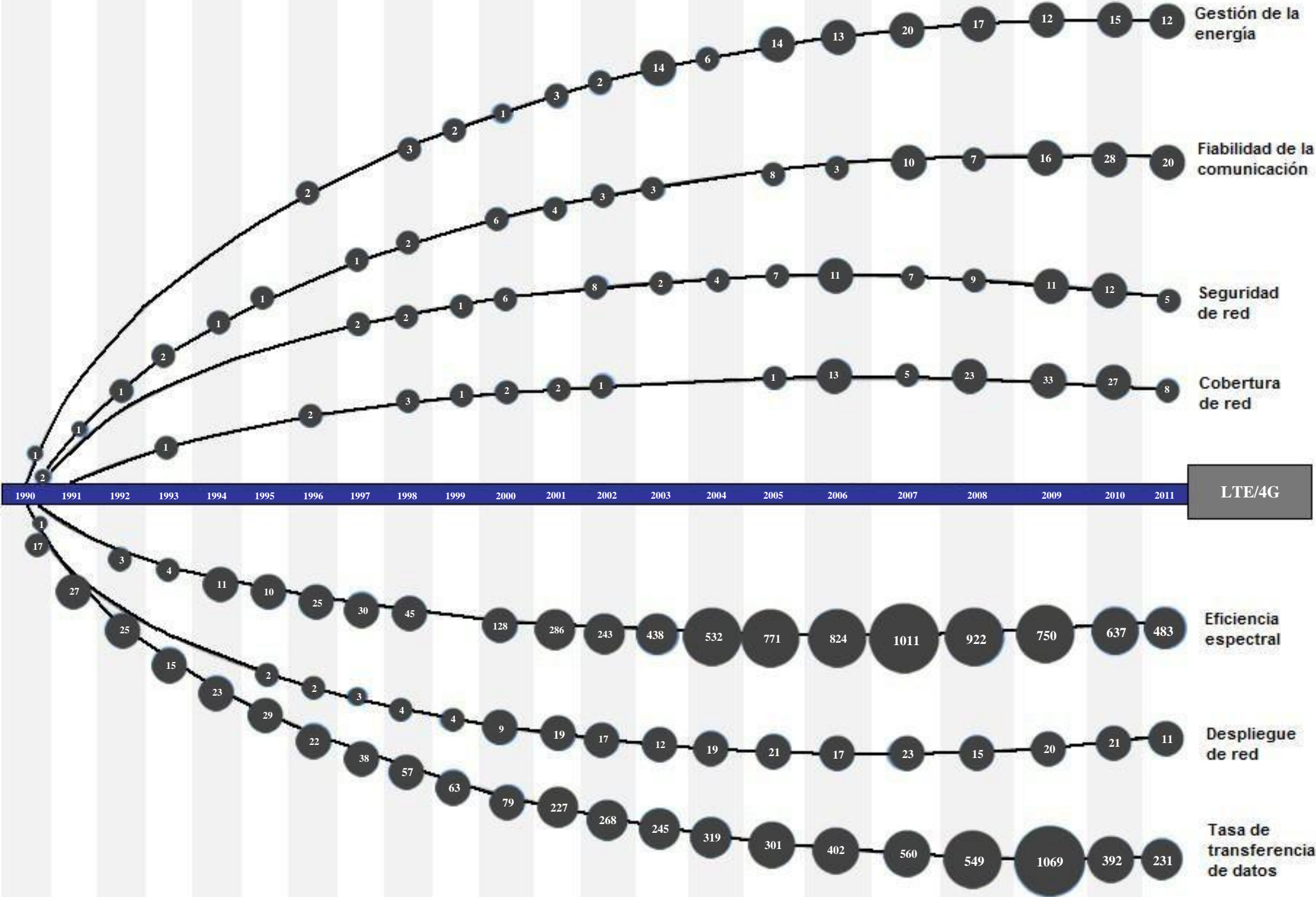


Ilustración 4-9 Árbol de patentes

Multitud de empresas disponen de patentes relacionadas con 4G/LTE debido a la investigación sobre esta tecnología que han hecho en los últimos años; a modo resumen, las empresas punteras según la USPTO aparecen en la Tabla 4-3:

Samsung	Ericsson	NEC America Inc.
Qualcomm	LG Corp.	Texas instruments
Panasonic Corporation	Motorola Solutions, Inc.	Harris Corporation
InterDigital	Motorola Mobility Inc.	Nortel Networks Corporation
Nokia Corporation	Sony Corporation	Intel Corporation

**Tabla 4-3 Principales empresas con patentes en la tecnología 4G/LTE**

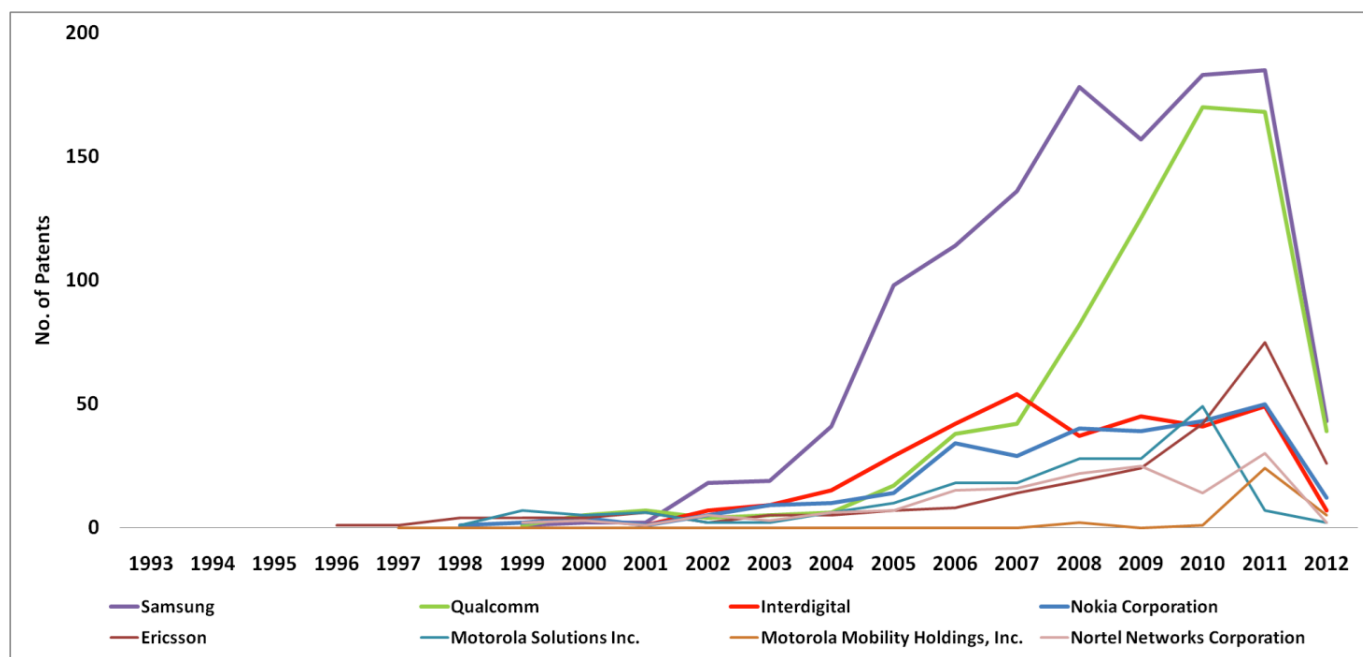
La Tabla 4-4 muestra la distribución de patentes entre las principales empresas mencionadas anteriormente así como su porcentaje respecto del total de patentes.

<b><u>Compañía</u></b>	<b><u>Total de patentes 4G/LTE</u></b>	<b><u>% del total de patentes 4G/LTE</u></b>
Samsung	10783	9,24%
Qualcomm	680	5,54%
Panasonic Corporation	378	3,07%
InterDigital	321	2,53%
Nokia Corporation	285	2,21%
Ericsson	235	1,88%
LG Corp.	213	1,69%
Motorola Solutions, Inc.	189	1,48%
Motorola Mobility Inc.	29	0,19%
Sony Corporation	178	1,41%
NEC America Inc.	173	1,37%
Texas instruments	161	1,29%
Harris Corporation	158	1,19%
Nortel Networks Corporation	148	1,16%
Intel Corporation	139	1,08%

**Tabla 4-4 Distribución de patentes entre empresas punteras**



Si observamos las patentes de la tabla anterior en una distribución a lo largo del tiempo, podremos ver la tendencia de concesión de patentes de cada compañía, Ilustración 4-10. Destacamos Samsung y Qualcomm como las dos empresas punteras y con mayor número de patentes en diversas áreas.



**Ilustración 4-10 Tendencias de Concesión de patentes por compañías, Ref. (USPTO)**

Resulta llamativo ver que Samsung, comparado con sus competidores, aceleró e incrementó sus inversiones en 4G/LTE, esto se deduce de la pronunciada curva (en color morado) de 2001-2005. Así mismo, mientras el resto de compañías tienen tendencias similares en términos de solicitud de patentes, Samsung consiguió la aprobación y concesión de sus patentes por la USPTO mucho antes que sus competidores. Actualmente, Samsung tiene una fuerte lista de solicitudes de patentes pendientes de aprobar por la oficina de patentes. Quizá esto explicaría sus importantes investigaciones de los últimos años, principalmente en las categorías de redes e infraestructura, y por qué actualmente esta compañía es puntera en terminales de nueva generación y en tecnologías de comunicación móvil de cuarta generación.

Por su parte Qualcomm también alcanzó un máximo en la aprobación de sus patentes durante el período 2007-2010. Esta compañía está a la cabeza de la innovación en el ámbito de los dispositivos (el 80% de sus patentes están relacionados con este área). Está bastante focalizado en la investigación de la eficiencia espectral y en la tasa de transmisión de datos. Por sí sola, Qualcomm posee el 10% de las patentes relacionadas con la cobertura de red y también tiene patentes importantes en las

categorías de HetNet y Transmisión/Rendimiento ya que son esenciales para asegurar una transición menos brusca entre redes.

## **4.4 Situación actual y futura de 4G/LTE**

### **4.4.1 LTE en el mundo**

Pensar que LTE es una tecnología que se desarrollará en el futuro es una equivocación puesto que LTE es una realidad y está en funcionamiento desde hace algunos años en muchos países. La empresa Nexius, que se dedica a vender productos wireless y soluciones software a industrias de todo el mundo, realizó un estudio cuyos resultados publicó a finales del año 2012 en un llamativo póster que resumía los siete datos sobre LTE que más podrían sorprender (NEXIUS), ver NEXIUS 4G INFOGRAPHIC.

- A finales de 2012, LTE ya estaba disponible en 57 redes comerciales en 32 países. El crecimiento con respecto a 2011 es abrumador.
- Durante tres años (2009-2012) las redes LTE han crecido un 63%, siendo el mayor crecimiento durante el año 2012.
- El crecimiento de los ingresos globales gracias a la infraestructura LTE ha crecido un 250% en 2011, alcanzado los 2,1 billones de dólares.
- La mayoría de dispositivos que soportan LTE son routers, seguidos de dongles<sup>10</sup> y smartphones.
- Las velocidades que se alcanzan son doce veces mayores que con 3G, alcanzando velocidades reales de bajada de 10 – 20 Mbps y de subida de 5 – 10 Mbps.
- Noruega y Suecia los primeros países en lanzar LTE. USA y Canadá los países con mayor número de suscriptores con LTE.
- El 83% de la población es consciente de que existe LTE, el 49% no entiende qué es aunque el 71% compraría un terminal LTE.

El artículo (GSA, May 24, 2013) mostraba el status actualizado a 24 de mayo de LTE en el mundo y resaltaba el gran número de operadoras que actualmente están haciendo pruebas u ofrecen comercialmente LTE. Las gráficas de este reciente estudio

---

<sup>10</sup> Se entiende *dongle* en este caso como dispositivo que se conecta mediante puerto USB al ordenador y permite actuar de módem para proporcionar acceso a Internet.

se pueden ver en GRÁFICAS DEL ESTUDIO DEL GSA, la primera de ellas con los lanzamientos de redes LTE acumulados desde el año 2009 a la actualidad. Este estudio destacaba los siguientes puntos importantes:

- LTE es la corriente principal de desarrollo e investigación de tecnologías móviles así como el sistema móvil que más rápido se está desarrollando en la historia.
- Alrededor de 424 operadoras en 126 países en el mundo están invirtiendo en LTE, entre despliegues y pruebas. De ellas, 175 redes LTE están funcionando actualmente en 70 países y se espera aumentar a 248 redes en 87 países para finales del 2013.
- Asimismo, anunciaba 90 millones de suscripciones en el primer trimestre de 2013 que han aumentado sobrepasando el hito de 100 millones de suscripciones LTE en Mayo de 2013.
- Norteamérica mantiene el mayor porcentaje de suscripciones LTE en el mundo, seguido por la región APAC, con un 54,2% y 41,4% de suscripciones respectivamente. Europa les sigue de lejos con un 4,2%. Por su parte, Oriente Medio, África y el Sud-Centroamérica suponen únicamente un 0,2% de suscripciones mundiales.
- Existen 821 dispositivos a nivel de usuario funcionando, tanto en FDD como en LDD, de ellos 261 son smartphones.
- La banda 3 (1800 MHz) es la dominante ya que se usa en el 43% de la redes comerciales LTE.

### **Estado del despliegue de la red LTE en el mundo**

Según los datos comentados anteriormente, la red LTE ya está presente en un gran número de redes y países.

La asociación de industria wireless 4G Americas representa a la familia de tecnologías de la 3GPP (GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSPA y LTE) y trabaja con agencias de gobierno internacionales, cuerpos regulatorios de telecomunicaciones, organizaciones de estandarización técnica y otras organizaciones globales para promover la interoperabilidad y convergencia de las tecnologías móviles. Dispone de acuerdos con otras organizaciones como la ITU, GSMA o NGMN y tiene en su junta de gobierno a empresas de alto renombre como Alcatel-Lucent, AT&T, Ericsson, Huawei, NSN, Qualcomm, Rogers Wireless, T-Mobile USA y Telefónica, entre otros. Esta asociación 4G Americas, publica regularmente un listado actualizado del estado del despliegue de redes 3G y 4G de todos los países y operadoras del mundo, indicando en

qué estado están las redes HSPA, HSPA+ y LTE (planeadas, en pruebas, en servicio), qué velocidades soportan y en qué bandas de frecuencias trabajan. Dado que el listado es muy amplio no se incluye en este trabajo pero se puede consultar en (4GAmericas, 2013).

#### **4.4.2 LTE en España**

Claramente la implantación de esta tecnología está muy avanzada en el mundo y las perspectivas de crecimiento y despliegue son cada vez mayores. No ha ocurrido lo mismo en España, donde ha habido multitud de investigación y pruebas pero ciertas barreras han limitado el despliegue en el país y el lanzamiento de LTE a nivel comercial por parte de operadoras españolas. No obstante, recientes notas de prensa de operadoras españolas han dado a conocer que la llegada de LTE a España será temprana, ya que durante el mes de Mayo Vodafone ha lanzado 4G y se espera que para el mes de julio de 2013 Orange y Yoigo pongan en funcionamiento a nivel comercial sus redes LTE.

Las primeras pruebas de LTE hechas por operadoras españolas fueron hace casi dos años y posteriormente se han hecho otras demostraciones de las velocidades que soporta y la buena calidad que podía llegar a dar, sin embargo, ninguna operadora había dado el salto a distribuirlo comercialmente. Este hecho no es casualidad y se debe a distintas barreras que han retrasado en España el lanzamiento de LTE mucho más de lo esperado. Los principales motivos han sido la falta de dispositivos que soportaran LTE, la actual 3G que supuso una gran inversión y a la que los operadores quieren sacarle aún mucho provecho y los retrasos en la licitación de frecuencias en las que iba a trabajar esta tecnología. La principal dificultad se solucionó en septiembre de 2011 cuando se llevó a cabo el famoso refarming de frecuencias que permitía a los operadores usar indistintamente 2G, 3G y 4G en las bandas de 800 MHz, 900 MHz, 1.800 MHz, 2'1 GHz ó 2'6 GHz. La CMT autorizó en España las frecuencias de 800 MHz, 1800 MHz y 2600 MHz para que operadores y vendors (Huawei y Ericsson, principalmente) empezaran a invertir sus recursos en el despliegue de 4G.

Sin embargo, el verdadero problema en el espectro radioeléctrico que supone una barrera para el despliegue de LTE es la banda más codiciada por todos, 800 MHz, que aún no puede ser utilizada porque está ocupada por algunos canales de TDT y forma parte del conocido como dividendo digital. Este asunto está dando muchos problemas entre cadenas de televisión y gobierno ya que se deben resintonizar estos canales para liberar esta banda de frecuencias de cara a 2014 ya que la Unión Europea publicó un dictamen que así lo obliga de cara al año 2015. Se estima que esta reantenización

costará alrededor de 300 millones de euros cuyo coste deberán asumir los usuarios finales. Esta frecuencia de 800 MHz es tan deseada por las operadoras porque al ser más baja tiene mayor alcance y mejor penetración en interiores, es más económica y es la idónea para el despliegue de LTE. Con ella se pretende cubrir mayor rango de territorio, mientras que con las frecuencias más altas se cubrirán las grandes ciudades y zonas con alta demanda de tráfico, como zonas comerciales y polígonos industriales.

### **Operadoras móviles en España**

Tal y como se ve en la Tabla 4-5, Yoigo no dispone de espectro en las frecuencias de 800 MHz, 900 MHz y 2.600 MHz por lo que no había nada (salvo aspectos económicos) que le impidiera comenzar la actualización de sus estaciones base para usar LTE en la banda 3. Quizá eso explique por qué fue la primera operadora española en anunciar a primeros de mayo de este año el lanzamiento de LTE a nivel comercial para el 18 de julio en la Comunidad de Madrid. Sus fases de implantación comenzarán con un despliegue de 405 estaciones base Ericsson a mediados de julio, donde ya existe 3G con la operadora; a finales de 2013 pretende cubrir el 37% y durarán de momento hasta finales de 2014, cubriendo entonces el 75% de la población española con más de 5.000 estaciones base y una inversión total de 200 millones de euros. Yoigo espera ofrecer velocidades medias reales de entre 20 y 40 Mbps, con picos de hasta 75 Mbps.

	<b>800 MHz</b> (Banda 20) 4G	<b>900 MHz</b> (Banda 8) 2G y 3G	<b>1.800 MHz</b> (Banda 3) 2G y 4G	<b>2.100 MHz</b> (Banda 1) 3G	<b>2.600 MHz</b> (Banda 7) 4G
<b>MOVISTAR</b>	10 MHz FDD	14,8 MHz FDD	19,8 MHz FDD	15 MHz FDD 5 MHz TDD	20 MHz FDD
<b>VODAFONE</b>	10 MHz FDD	10 MHz FDD	19,8 MHz FDD	15 MHz FDD 5 MHz TDD	20 MHz FDD 20 MHz TDD
<b>ORANGE</b>	10 MHz FDD	10 MHz FDD	19,8 MHz FDD	15 MHz FDD 5 MHz TDD	20 MHz FDD 10 MHz TDD
<b>YOIGO</b>	-	-	15 MHz FDD	15 MHz FDD 5 MHz TDD	-

\*MHz pareados en FDD

**Tabla 4-5 Espectro de frecuencias usado por las operadoras móviles españolas, Ref.**

Unos días después del anuncio anterior, Orange comunicó que comenzaría a tener operativa su red 4G el 8 de julio haciendo uso de las frecuencias 1.800 MHz y

2.600 MHz. Sus planes contemplan disponer de LTE en todas las capitales de provincia para finales del 2014, cuando ya pueda hacer uso de la banda de 800 MHz, con una inversión total de 400 millones de euros, ya que deberá renovar más de 15.000 emplazamientos Huawei y Ericsson. Respecto a las OMVs con cobertura Orange (MásMóvil, Simyo, Happy Móvil o Jazztel), se sabe que podrán contar con LTE pero no de forma inmediata, en algunos casos sus acuerdos incluyen el uso de cualquier tipo de red pero en otros casos tendrán que hacer una revisión de los mismos para la inclusión de 4G.

A Vodafone le tocó dos semanas más tarde hacer el anuncio de que se adelantará a sus anteriores dos rivales y será el primero en desplegar LTE en España, permitiendo a sus usuarios activar 4G en sus líneas a partir del 29 de mayo. Finalmente, la empresa británica no esperará a tener disponible la banda de 800 MHz y utilizará la de 2.600 MHz y algo de 1.800 MHz para el lanzamiento comercial del 4G en junio en 5 ciudades, una más que en los planes iniciales de su competidora francesa. Inicialmente dará 55% de cobertura exterior y 25% en interiores, ascendiendo al 85% en exteriores y 60% en interiores usando 1.000 estaciones base en septiembre de este año. Esperan alcanzar velocidades medias de 30 a 60 Mbps y la principal ventaja que ofrecerán será una notable mejora en la latencia, que permitirá respuestas más rápidas durante la navegación en movilidad. Aparte de sus planes de despliegue de 4G, Vodafone tiene segmentado el resto de la población por demanda y ha actualizado su red 3G con SHPA+ Dual Carrier de hasta 43 Mbps en 32 ciudades (con más de 200.000 habitantes), HSPA+ de hasta 21 Mbps en ciudades con más de 25.000 habitantes y el resto con HSPA de hasta 14 Mbps. La compañía no ha querido revelar la inversión de todo este despliegue para no dar pistas a la competencia. Respectos a las OMVs con cobertura de la británica (Pepephone, Eroski, Mobil R, Euskaltel o Telecable) aún no se conoce si dispondrán de LTE aunque estas últimas (en general, todas las cableras) disponen de espectro propio en 2,6 GHz para desplegar su propia red en zonas determinadas, aunque de momento no han mostrado iniciativa de usarlo a corto plazo.

Todo son dudas acerca de Movistar, que después de ver que sus tres competidoras movían ficha no ha desvelado aún una fecha concreta de despliegue a pesar de la presión del mercado. Parece probable que esperará a hacer su despliegue masivo en 2014 ya que actualmente está centrado en extender 3G en la banda de 900 MHz con equipos Nokia, ya que dispone de más espectro que sus rivales en esta banda, como se ve en la Tabla 4. La mezcla de 2G, 3G ó 4G en una misma banda podría crear interferencia y de ahí que no tenga especialmente claro ofrecer 4G en la banda 3. Algunos apuntan a que podrían hacer un despliegue propio en la banda de 2.6 GHz (mucho menos adecuada que los 800 MHz, que no se podrán usar hasta mediados de 2014) o bien llegar a un acuerdo con Yoigo para cubrirse las espaldas inicialmente.

En la Ilustración 4-11 se puede ver un mapa de despliegue y cobertura LTE por operadoras, donde claramente se ve que Madrid, Barcelona, Valencia, Bilbao, Sevilla y Málaga serán las provincias con los primeros despliegues en junio y julio de este año.

**Ilustración 4-11 Mapa de cobertura LTE y calendario de despliegue por operadoras, Ref. (World)**

- Smartphones: Samsung Galaxy S4, Samsung Galaxy S3 (los nuevos llevan chipset LTE), iPhone 5 (contarán con una actualización que les permitirá usar LTE1800), LG Optimus G, Nokia Lumia 820, Sony Xperia Z, Sony Xperia SP, HTC One, Huawei Ascend P2 y Blackberry Q10. Se calcula que desde el verano, el 50% de los terminales que se vendan sean 4G.
- Tablets: Sony Xperia Tablet Z.
- Módems USB como ZTE K5006, MiFi R212 y Router 4G B2000.

entre redes para que no se interrumpan las comunicaciones al pasar de LTE a 3G y viceversa; claramente será necesario que la transición sea suave y el usuario final no note molestias. Para ello, las estaciones base tendrán que ser multitecnológicas (posibilitando la convivencia entre antiguos y nuevos servicios) y de esta forma las operadoras conseguirán una implantación mucho más rápida de la nueva tecnología, a diferencia de lo que ocurrió con el 3G. A pesar de la limitación que supone el no poder usar aún las frecuencias liberadas al eliminar algunos canales de televisión, el uso de la banda 3 (que por ejemplo soporta un dispositivo tan demandado como el iPhone 5) es un referente en Reino Unido y EEUU. Está claro que tres de las cuatro operadoras españolas ya han dado el pistoletazo de salida pero será responsabilidad de todas ellas ofrecer una cobertura cada vez más extensa y de calidad: solo así podrán verdaderamente destacar por su red LTE/4G.

#### **4.5 Aplicaciones de próxima generación sobre 4G/LTE**

Parece claro que LTE se irá implantando por todo el mundo y que las ventajas que ofrecerá serán claves, pero el principal motivo por el que las operadoras y empresas adoptarán esta nueva tecnología radica en la posibilidad de ofrecer nuevas aplicaciones, permitiendo así obtener nuevas fuentes de ingresos basadas en la explotación de estas redes de próxima generación. Con el estándar 3G se vio un aumento significativo en el número de servicios basados en datos y, aunque la velocidad era bastante decente, la cobertura seguía resultando escasa. Las expectativas de crecimiento de estos servicios con 4G son muy altas y se espera una mejora tanto en términos de cobertura (uso de terminales en zonas más remotas) como de velocidad (aumento de la cantidad de datos transmitidos en menos tiempo). Por tanto, resultan de gran interés todas las posibles aplicaciones que requieran gran cantidad de flujo de datos y que se potenciarán con el uso de esta tecnología. A continuación, se trata de explorar algunas de las aplicaciones más relevantes para que las compañías dispongan de diferentes posibilidades que ofrece el mercado y que les pueden facilitar una hipotética inversión en 4G.

Los servicios M2M (Machine to Machine) son una realidad hoy en día y serán uno de los mercados en los que el despliegue de LTE permitirá que un gran número de aplicaciones que formen parte de nuestro día a día lleguen a toda la geografía y sean más potentes. M2M se refiere a las tecnologías que permiten a los sistemas y dispositivos comunicarse con otros, permitiendo así evolucionar al cada vez más conocido Internet de las cosas. De hecho, actualmente ya hay muchas aplicaciones



M2M que hacen uso de las redes LTE, e incluso aquellas soluciones que no requieran las velocidades y capacidades que ofrece LTE se podrán beneficiar de la reducción de congestión que aportará esta tecnología sobre los despliegues a gran escala de redes M2M. Existen algunos proyectos europeos del Séptimo Programa Marco que tratan de integrar las comunicaciones M2M con una arquitectura de red basada en los futuros sistemas de comunicación inalámbrica. Es el caso del proyecto EXALTED que incluye LTE-M, una extensión de las especificaciones de LTE para las comunicaciones M2M. En la Ilustración 4-12 se puede ver un esquema del tipo de estructura de red en la que se basan, donde hay conexiones E2E y acceso al sistema mediante LTE y LTE-M. Un claro ejemplo de integración del 4G en aplicaciones de interconexión de usuarios y equipos en el futuro.

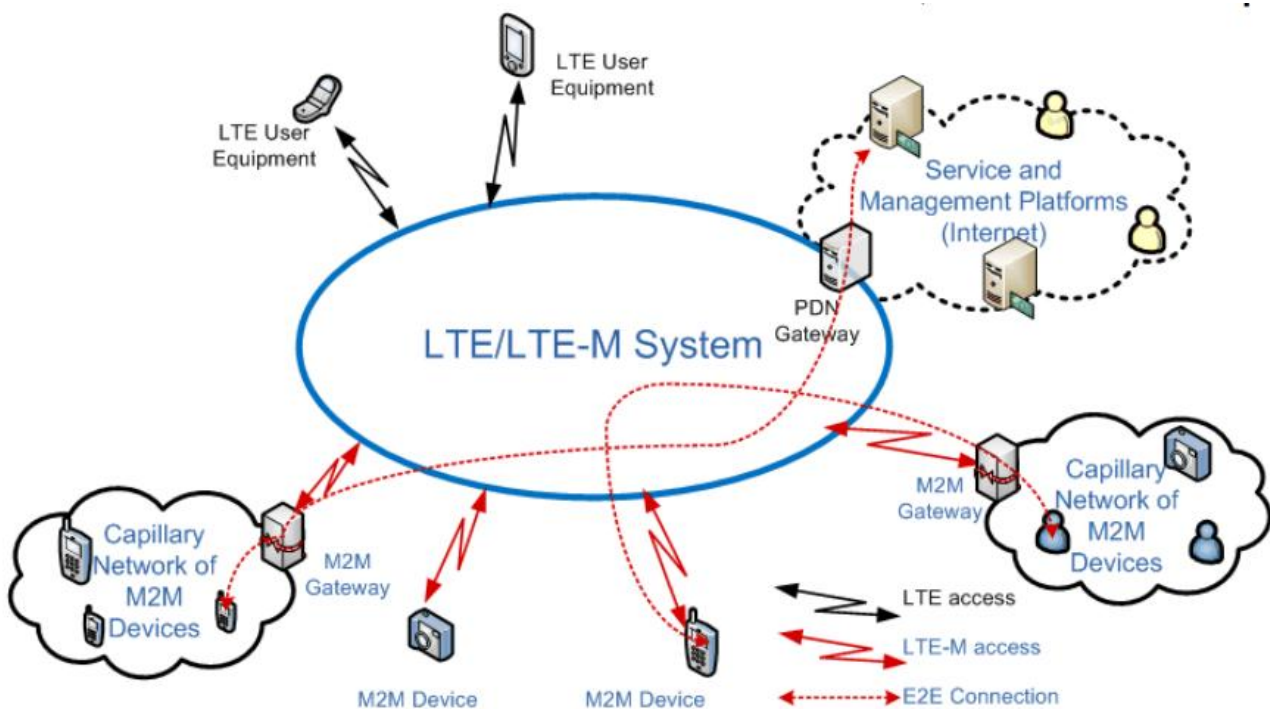


Ilustración 4-12 Esquema del proyecto EXALTED con M2M y LTE, Ref. (FP7, ICT integrating project, 2010)

A raíz de la necesidad de un mundo conectado mediante las TIC donde se persigue la interactividad y la eficiencia, ha nacido el concepto de las Smart Cities o Ciudades Inteligentes, que supondrán un gran volumen de negocio en la implantación de redes 4G. Se trata de un concepto que define a las ciudades del futuro completamente interconectadas y más eficientes, donde no solo las personas están identificadas e

interconectadas sino también todos los objetos que nos rodean; es claramente una aproximación importante al Internet de las Cosas y está íntimamente relacionado con M2M. Las Smart Cities engloban multitud de áreas: transporte, energía, seguridad, dispositivos electrónicos de consumo, infraestructuras, salud, educación, cultura, plataformas inteligentes, sensores y actuadores, teléfonos móviles y las propias personas. La versatilidad de opciones que ofrecen M2M y las Smart Cities junto a una tecnología móvil de alta capacidad como 4G es casi incalculable:

La Smart Mobility (o movilidad urbana inteligente) da lugar a aplicaciones de mejora en la gestión del tráfico en tiempo real y de medios de transporte públicos como:

- Anticipación de problemas de congestión, avisos de atascos, accidentes y paradas de servicio en determinadas líneas del transporte público.
- Gestión de la flota de transportes (camiones y vehículos de transporte de mercancías), aplicaciones para trazabilidad y logística de flotas, permitiendo mayor control, seguimiento de rutas y menor consumo de combustible.
- Coches conectados e inteligentes: e-call (sensor instalado en el automóvil que hará una llamada al 112 en caso de accidentes dentro de la Unión Europea para proporcionar ayuda rápida; existe una regulación de la Comisión Europea de cara al año 2015) (CE); b-call (Breakdowncall, servicio de asistencia en el coche que permite establecer una comunicación de voz y de datos para transmitir a la centralita la posición del coche y su diagnóstico); dispositivos de navegación geográfica, servicio “pay-as-you-drive”, telepeajes.
- Gestión de plazas de aparcamiento, uso de bicicletas, soporte para vehículos eléctricos, servicios de compartición de vehículos, etc.

La Smart Industry (o gestión de la industria y las infraestructuras) alberga la gestión de edificios públicos, el reporte de incidencias de las infraestructuras públicas y el equipamiento urbano así como la inmótica (incorporación de sistemas técnicos automatizados en edificios para reducir el consumo de energía y aumentar la seguridad y el confort). Otro concepto interesante es el de la Fábrica Inteligente, que utiliza tecnologías inalámbricas para flexibilizar y adaptar sus cadenas de montaje.

La Smart Grid (o eficiencia energética y gestión sostenible de los recursos) trata de alcanzar una red de nueva generación en la que la relación entre la transmisión de los sistemas de energía eléctrica con el medio ambiente esté bien balanceada. Estos servicios permiten dotar a la red de inteligencia y conectividad entre el centro de control

y el usuario final, ayudando así al uso eficiente de los recursos. Surgen así diferentes aplicaciones:

- El telemetering, un servicio para la lectura remota de contadores de agua, gas y electricidad (mediante una tarjeta SIM en cada uno de ellos). En el caso de la energía eléctrica, es necesaria una consulta frecuente de estos contadores para ajustar la producción de la misma en función de la demanda. Este sistema de telegestión no solo ayuda a una producción eficiente de recursos sino que también permite la detección de averías como fallos en tensión o corriente y caídas de números en los contadores, así como un aumento en el control de los sistemas y una disminución de los costes de operación. Actualmente se usan conectividades fijas pero es cada vez más común el uso de conectividades inalámbricas y, dado el gran volumen de datos que suponen y la periodicidad tan frecuente con la que se debe hacer, serán necesarias redes con muy pocos retardos, seguras y de gran capacidad, como las redes 4G.
- Recogida y tratamiento de residuos urbanos, gestión de parques y zonas públicas, medición de parámetros ambientales, etc.

La Smart Security (o seguridad pública) mediante la mejora en la gestión de servicios de emergencia y protección (información y actualizaciones en tiempo real, líneas de backup), videovigilancia, identificación de personas, prevención y detección de incidentes e incendios, generación de alertas de avisos de plagas y condiciones meteorológicas extremas, fuegos, inundaciones, etc.

La Smart Health (también llamada eHealth o Sanidad Inteligente) mediante sistemas de tediagnóstico, telemonitorización, telemedicina, teleasistencia y servicios sociales, servicios de sanidad pública, etc.

La Smart Consumer Electronics (dispositivos electrónicos de consumo), que permiten la movilidad y ubicuidad de contenidos y servicios. Aquí se engloban todos los dispositivos que nos permiten este servicio (tabletas, smartphones, ordenadores, servidores, etc.) y tecnologías (cloud computing o computación en la nube) que permiten disponer de los contenidos alojados “en la nube” (por muy pesados que sean) cualquier momento y lugar. La tecnología de cloud computing se puede integrar rápido y fácilmente con otras aplicaciones ya que no requiere la instalación de ningún otro tipo de hardware. Es un sistema sencillo y al alcance de empresas y usuarios finales que

permite dar prestaciones de servicios a nivel mundial y que facilita la compartición de archivos y copias de seguridad, pudiendo así crear nuevas oportunidades de negocio. Algunas aplicaciones ya desarrolladas y que se usan hoy en día son Dropbox, Google Drive, SkyDrive, Ubuntu One e iCloud.

Dado el gran hincapié que se hizo en apartados anteriores sobre el gran crecimiento de tráfico de datos debido a los smartphones y tabletas, LTE puede ayudar en muchas de las aplicaciones de próxima generación gracias a su gran capacidad y sus bajos retardos:

- Difusión de televisión en directo (incluso alta definición y 3D) y otros contenidos por streaming sin interrupciones ni tiempo de espera en buffer, debido a la alta velocidad de descarga.
- VoD (Video on Demand), servicios de vídeo bajo demanda de alta definición así como videoconferencias y videollamadas con imágenes y sonido de alta calidad y sin cortes. (VoD, VoLTE)
- VoLTE es un servicio de voz basado en dirigir la voz por las conexiones de paquetes y no por las conexiones de circuitos (como se ha hecho en todas las tecnologías anteriores), dado que la estructura de LTE está basada toda en IP. Es un servicio mucho más barato que los circuitos virtuales de voz y, al ser una tecnología digital, permite disfrutar de diferentes servicios de valor añadido mediante el empleo de centralitas digitales.
- Reproducción de contenidos y de aplicaciones en tiempo real en condiciones de movilidad sin interrupciones (handover transparente para el usuario entre tecnologías 3G/4G/Wi-Fi).
- Descarga y subida de ficheros de gran tamaño en cuestión de instantes y compartición de datos multimedia de alta definición.
- En media, siete dispositivos interconectados entre sí (smartphone, ordenador de sobremesa, ordenador portátil, cámara de fotos digital, coche, tableta y reproductor de música).
- Gaming y juegos online con muchas interactividad en tiempo real.
- Entre todas las aplicaciones de consumo de datos que se usarán con los smartphones (mensajería, llamadas, transmisión de contenidos por redes P2P, navegación por internet, subida y bajada de ficheros, streaming de audio y vídeo y juegos online), el vídeo supondrá la mitad del tráfico consumido en media por cada usuario y será el recurso más solicitado.
- Aplicaciones distribuidas en red, que permiten tener un conjunto de herramientas software, tanto propietarias como no propietarias, en servidores que proporcionan acceso remoto. Este servicios abarata el coste de las telecomunicaciones y del acceso a las redes.

- Tethering (o anclaje a red), que es una aplicación por la cual un dispositivo móvil con conexión a Internet puede actuar como pasarela para ofrecer servicio inalámbrico a Internet a otros dispositivos cercanos (ordenadores, tabletas, smartphones). En la Ilustración 4-13 se ilustra este sistema, viendo que dicho dispositivo móvil asume un papel similar al de un módem inalámbrico. Es un servicio que aún no está muy extendido pero cuyo tráfico puede llegar a ser hasta 20 veces mayor en media que el tráfico habitual de dispositivos que no hacen tethering.

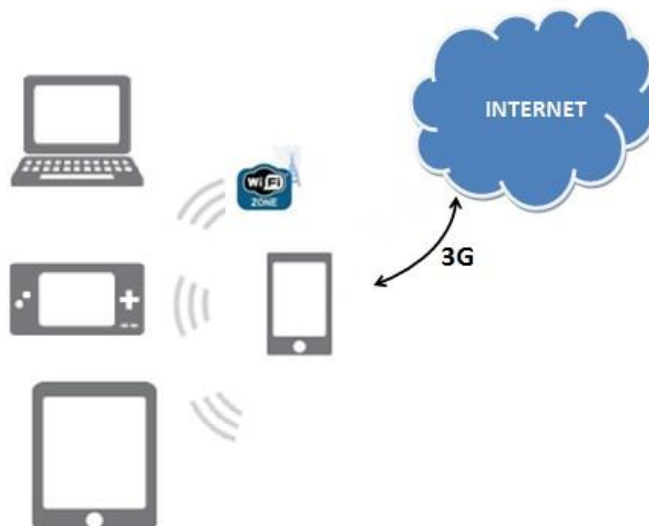


Ilustración 4-13 Tethering

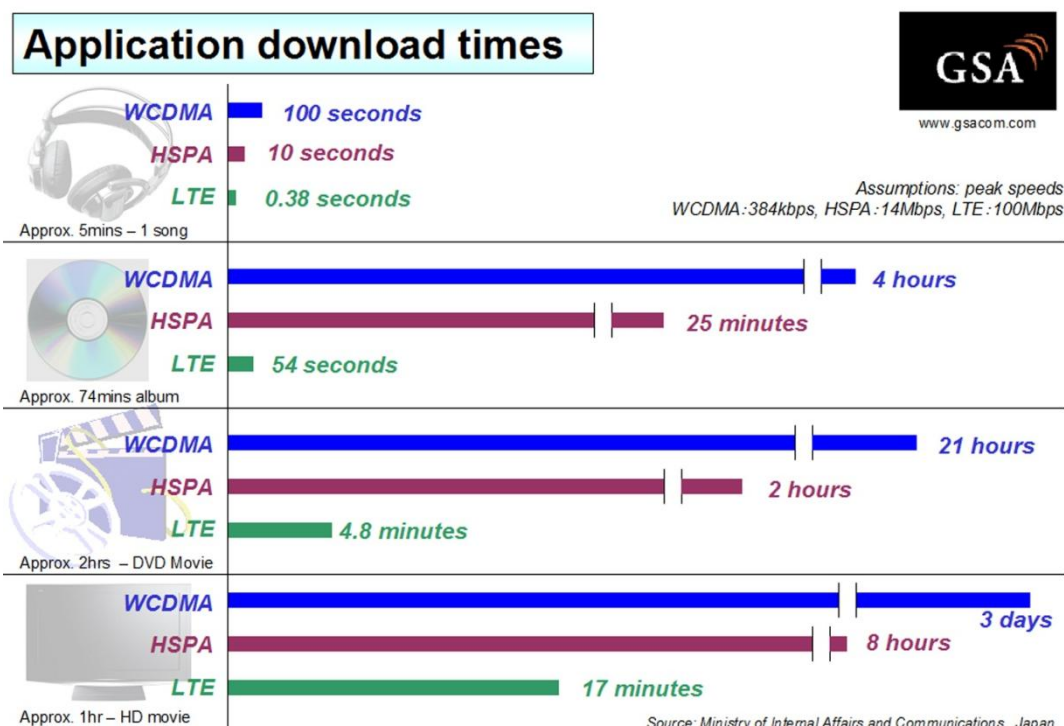


Ilustración 4-14 Tiempos de descarga de algunas aplicaciones con distintas tecnologías, Ref. (GSA, May 24, 2013)

Otras posibles aplicaciones donde LTE tendrá cabida son:

- Las Smart Utilities (o empresas de servicio público), e-Administración, e-learning, teletrabajo, e-comercio, servicios de turismo e información cultural.
- PoS (Point of Sales) reforzados con dispositivos que ayudan a la gestión del negocio mediante sistemas informáticos de un establecimiento comercial. Publicidad ad-hoc en centros comerciales y tiendas, ajustando las promociones al gusto de los clientes que entren en las tiendas (detectándoles a través de una SIM). Pagos en puntos de venta inteligentes.
- Mejora de la gestión de las máquinas de vending a través de consultas remotas sobre la disponibilidad de surtido y productos en las mismas, así como informe sobre posibles averías.
- Otras utilidades y sistemas de medida inteligentes y remotas que permitan mayor control y eficiencia.

## **4.6 Conclusiones sobre el informe**

Las conclusiones que podemos extraer desde el punto de vista de la tecnología 4G/LTE son:

- El crecimiento del tráfico de datos en redes móviles es cada vez mayor y comienza a suponer un problema, principalmente propiciado por la masificación de smartphones, tablets y ordenadores personales en el mercado. El número de suscripciones crece a cada momento (se estima una media de tres suscripciones por usuario). Los dispositivos de gran tamaño (aquellos con una pantalla y resolución más elevada, principalmente PC) superan el tráfico de los que son más pequeños (teléfonos móviles).
- A pesar de que el crecimiento de datos está siendo muy elevado, se observa una tendencia clara de que la voz mantendrá un crecimiento lineal. Por su parte, el tráfico de datos fijo permanecerá como dominante respecto a los tráficos anteriores mínimo hasta 2018.
- En el caso de España, el 94,3% de la población dispone de teléfono móvil (el 99% entre jóvenes entre 25 a 34 años); el 57% dispone de un

smartphone. Claramente, los españoles son los europeos que más dispositivos tecnológicos tienen.

- Esta invasión de terminales de nueva generación da lugar a la gran cantidad de tráfico de datos mencionada anteriormente y supone un consumo de los recursos de la red móvil muy elevado, produciendo saturación en las redes. Las prestaciones 3G resultan insuficientes en cobertura y tasas de transmisión así como en el espectro radioeléctrico asignado. Aparte existen ciertas barreras como tasas de transmisión que resultan insuficientes para las aplicaciones multimedia del futuro, múltiples interferencias entre servicios y usuarios, una red poco heterogénea, un ancho de banda saturado y dificultades de roaming entre distintas bandas de frecuencia. Todas estas trabas impulsan la necesidad de una nueva evolución en las redes móviles en donde LTE puede aportar facilidades a los usuarios y proveedores, así como dar solución a las limitaciones anteriormente mencionadas.
- Surge, por tanto, la necesidad de implantar una tecnología que sea capaz de dar servicio a las aplicaciones de nueva generación cuyos requerimientos de velocidad y ancho de banda son elevados; LTE puede dar soluciones a estos problemas.
- Son muchas y diversas las variaciones y mejoras que LTE introduce respecto a anteriores tecnologías de comunicación móvil: mejora de las tasas de transmisión mediante beamforming, HARQ y MIMO; mayor eficiencia espectral; mejoras en cobertura y gestión de la energía; mayor ancho de banda de transmisión y una red más segura y fiable.
- Existen otras tecnologías alternativas a LTE como WiMAX o UMB, pero ninguna aporta las mismas ventajas ni ha sido capaz de desarrollarse como estándar móvil con la misma firmeza y teniendo el apoyo de las operadoras a la hora de implantarlo.
- Aunque Noruega y Suecia fueron los primeros países en lanzar LTE, la implantación de la tecnología 4G crece con fuerza en América del Norte (mayor número de suscriptores LTE), que al haber sido una de las pioneras ya dispone de un despliegue considerable. A finales de 2012 había 57 redes comerciales en 32 países; la banda 3 (1800 MHz) es la dominante.
- Las operadoras españolas empezarán entre mayo y julio de 2013 a ofrecer LTE en algunas ciudades. Los principales motivos de haberse retrasado

respecto a otros países son los retrasos en la licitación de frecuencias en las que opera el 4G y la gran inversión que se hizo en la red 3G y a la que aún se quiere sacar provecho. El bloqueo de la frecuencia de 800 MHz por parte de algunos canales de TDT (dividendo digital) obstaculiza el despliegue en esta banda, que es más económica e idónea para la implantación de LTE.

El principal motivo por el que las operadoras y empresas invertirán sus recursos en LTE radica en la posibilidad de ofrecer novedosas aplicaciones y servicios de nueva generación, repercutiendo directamente como una nueva fuente de ingresos. Serán de gran interés para los usuarios finales las aplicaciones de gran interactividad y de transferencia de contenidos multimedia (VoD, VoIP, videollamadas, streaming de vídeo y televisión en alta definición y gaming). También serán interesantes otros servicios y aplicaciones como los M2M, las Smart Cities, telemetering, eHealth, cloudcomputing, reproducción de contenidos en movimiento y servicios de videovigilancia.



## CAPÍTULO 5

# 5 PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

En este capítulo se presenta la estimación del presupuesto realizado así como la planificación del trabajo realizada.

### 5.1 Presupuesto

En la Tabla 5-1, se detalla la estimación de presupuesto realizada para el trabajo.

COSTES DIRECTOS							15.304 €
Recursos Materiales	CANTIDAD	Coste		% uso dedicado al proyecto	Dedicación (meses)	Amortización (meses)	2.304 €
		Unitario	Mensual				
Equipo PC portátil	1	933 €	425 €	100%	5	24	194 €
Alquiler local	1			50%	5		1.063 €
Licencias de software	2	1.215 €		100%	5	12	1.013 €
Material de oficina	1	35 €		100%	5		35 €
Recursos Humanos	Dedicación (hombre/mes)	Coste (hombre/mes)		% dedicación al proyecto	Dedicación (meses)		13.000 €
Director de proyecto	1	4.000 €		20%	5		4.000 €
Ingeniero del proyecto	1	2.000 €		90%	5		9.000 €
COSTES INDIRECTOS							3.061 €
COSTES TOTALES							18.365 €

Tabla 5-1: Costes totales

Los costes directos son aquellos imputables directamente al coste de la actividad. Se dividen en recursos materiales y recursos humanos: los primeros incluyen los recursos tecnológicos utilizados (ordenador personal, licencias de software de distintos programas de vigilancia, patentes, tratamiento de información y documentos y bases de datos) y el lugar de realización del proyecto; los segundos incluyen los costes estimados basados en el plan de trabajo y el tiempo dedicado a la realización del mismo. Se ha tenido en cuenta en los cálculos el porcentaje de dedicación al proyecto así como la duración total en meses. En los casos que aplica, se tiene en cuenta la amortización de los recursos correspondientes.

Los costes indirectos son aquellos costes que no se imputan directamente a una actividad concreta sino al conjunto de todas ellas; en este caso se ha aplicado un 20%. Para este proyecto no se han tenido en cuenta, ya que no han sido necesarios, los costes de subcontratación de tareas, costes de funcionamiento ni otros gastos como viajes y dietas.

Por tanto, el coste total que supondría un proyecto de estas características y envergadura asciende a un total de **18.365 €**.

## **5.2 Metodología de trabajo**

Tal y como se explicó en el capítulo 2 en el apartado de Implantación de un modelo de vigilancia, la norma UNE 166006 (AENOR, Marzo 2011) indica los requisitos generales del proceso metodológico que debe seguir un sistema de vigilancia tecnológica, y que hemos tratado de llevar a cabo.

Las fases de trabajo seguidas durante estos meses se detallan a continuación:

1. Conocimiento preliminar de las funciones de la vigilancia tecnológica, consultando distintos libros de temática relacionada y accediendo a recursos online y de la biblioteca, cuyas referencias se pueden consultar en el apartado de bibliografía. En esta fase inicial fue crucial la intervención del tutor del trabajo fin de grado para tener una primera toma de contacto con los conceptos de la vigilancia tecnológica. Al ser una rama de investigación apenas estudiada durante el grado, era importante hacer una búsqueda de gran cantidad de documentación inicialmente.

2. Estudio intensivo de las tecnologías radio existentes actualmente y las prestaciones que aportaban. Para ello se hizo uso también de recursos bibliográficos en soporte físico y digital, así como la consulta de manuales de comunicaciones móviles usados por algunos profesores durante la carrera cursada.
3. Proceso de búsqueda de información sistemática en diversas fuentes (bases de datos tecnológicas, documentación oficial de empresas del ámbito de las Telecomunicaciones así como informes anuales del ámbito de las TIC, patentes relacionadas, publicaciones específicas o papers), el uso de algunas herramientas de vigilancia tecnológica gratuita, la suscripción a algunas revistas de carácter científico (Spectrum del IEEE y al boletín semanal del COITT) y la extracción todas las semanas de al menos tres noticias relevantes relacionadas con el desarrollo y la implantación de las nuevas tecnologías radio en alguna parte del mundo. Ha ayudado también en esta fase de trabajo la suscripción a redes sociales de empresas del sector que publican información relacionada.
4. El proceso de recolecta de información sobre las patentes se encuentra detallado en el apartado correspondiente del informe, ya que se explica la metodología seguida en función de ciertas palabras clave del texto.
5. Síntesis de la información así como de organización de las ideas, conceptos y datos extraídos. Se ha seguido un minucioso sistema de descripción y archivado de cada documento utilizado para poder encontrar con mayor facilidad la información necesaria a la hora de elaborar el informe y su inclusión en la memoria. También se han tenido algunas conversaciones informales con colaboradores técnicos que trabajan en temas relacionados con tecnologías de acceso radio y cuyas opiniones se han tenido en cierta medida en cuenta. En esta última fase se han extraído las conclusiones definitivas y se han elaborado las directrices de estrategia para la adopción de esta nueva tecnología.

La elaboración de la memoria se ha hecho a medida que se ha tenido información para poder escribirla; ha habido varias revisiones de los capítulos que la componen. Durante estos meses se ha estado en contacto con el tutor del trabajo y se han realizado reuniones presenciales, por vía telefónica y aclaraciones por correo electrónico.

A continuación podemos ver el Gantt de planificación de tareas:

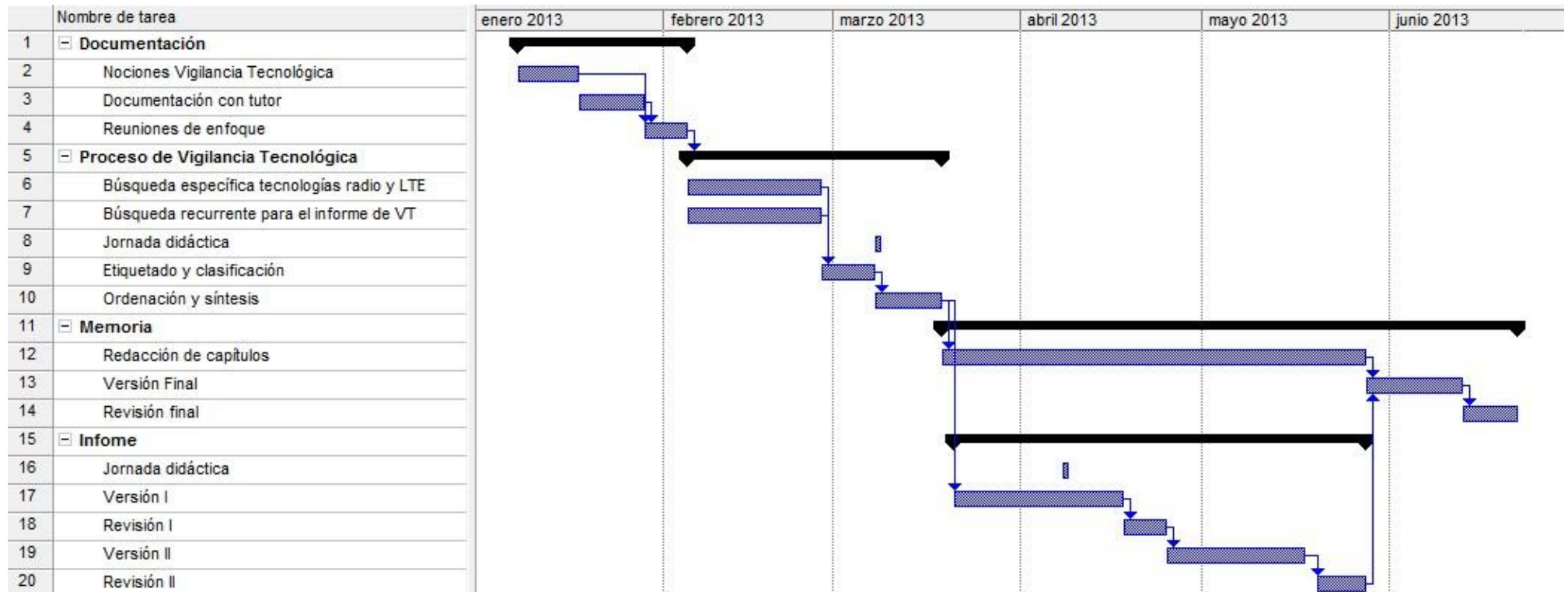


Ilustración 5-1 Gantt de tareas

## **CAPÍTULO 6**

# **6 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS**

En este capítulo se plasman las conclusiones obtenidas del trabajo fin de grado y las líneas de trabajo que se pueden establecer de cara al futuro.

### **6.1 Conclusiones**

En este Trabajo Fin de Grado se han cubierto dos puntos principales: por un lado, el conocimiento teórico de qué es la vigilancia tecnológica así como por qué es importante practicarla. Por otro lado, se han puesto en práctica esos conocimientos elaborando un informe sobre un área relacionada con las Telecomunicaciones como son las tecnologías radio. La mezcla de estas dos áreas ha permitido conocer en mayor profundidad una rama bastante desconocida por mi parte (la vigilancia tecnológica) y a la vez aprender a como practicarla con el ámbito del análisis de la tecnología LTE.

Los objetivos personales que se han alcanzado con la realización del presente trabajo se resumen a continuación:

- Adquirir un mayor conocimiento de la metodología de un sistema de vigilancia tecnológica así como la realización práctica de todos los conocimientos teóricos adquiridos mediante la bibliografía con la realización del informe de vigilancia.

- Al llevar a la práctica un pequeño sistema de vigilancia tecnológica, hemos conocido la metodología y rigurosidad con la que hay que trabajar debido a la abundante cantidad de información.
- El aprendizaje a la hora de distinguir que fuentes de información son o no fiables y cuáles aportan contenidos apropiados para la realización de un informe.
- La capacidad de interpretar los datos y transformarlos en información que pueda ser entendida por un usuario final.
- Gestionar y sintetizar la información adecuadamente para no repetir datos ni excederse en contenido pero aún así cubrir todos los aspectos relevantes.
- Gestionar las distintas procedencias de información para conseguir encontrar sinergias entre ellas y elaborar un documento coherente y con sentido.
- Trabajar con los buscadores de patentes y aprender a extraer la información necesaria para poder dar forma a un modelo de comportamiento que siguen determinadas empresas a la hora de registrar sus productos.
- El análisis cuantitativo y cualitativo de una base de datos de patentes me permite tener información útil y rigurosa que posteriormente puede ser procesada y mostrada mediante gráficas y estadísticas.
- Concluir que las patentes son un indicador fiable de vigilancia ya que permite estudiar de forma fehaciente las inquietudes que tienen ciertas empresas en una determinada tecnología.
- Comparar distintas fuentes de información y bases de datos que permiten implantar un sistema de vigilancia en el que la información está depurada.
- Planificar un esquema de tiempo a la hora de albergar un proyecto cuando no se conoce el alcance total del mismo.
- Aprender a relacionar el ámbito (desconocido hasta el momento) de la vigilancia tecnológica junto con las tecnologías radio de próxima generación.

Por último, a modo resumen, los objetivos que persigue un estudio de vigilancia tecnológica serían los siguientes:

- Ayuda en la toma de decisiones estratégicas basándose en el contraste de diversas fuentes de información y en la correcta ordenación y sintetización de la información.
- Permite a los directores de estrategia anticiparse a los cambios futuros asumiendo un menor riesgo en la toma de sus decisiones, ya que el informe en sí aporta un conocimiento útil a la organización. Las propuestas de acciones para la anticipación se realizan en función de una situación concreta detectada respecto a cambios o expectativas de cambios en el entorno que se ha analizado.
- Permite un mejor aprovechamiento de oportunidades ya que establece propuestas de acciones para explotar las ventajas identificadas en el mercado en un área determinada.
- Favorece la reducción de riesgos dado que sugiere propuestas de acciones que disminuyan las amenazas y permitan superar las barreras de acceso a tecnologías y mercados.
- Aporta líneas de mejora para superar los desfases y obsolescencias, minimizando las debilidades identificadas.
- Impulsa la investigación, el desarrollo y la innovación, proponiendo nuevas ideas y/o proyectos de I+D+i.
- Coopera identificando potenciales colaboradores o competidores.
- Identifica entornos de interés que pueden constituir una información clave como: valoraciones de diferentes opciones tecnológicas y de mercado; impactos e interacciones entre distintos productos, procesos y tecnologías; detección de oportunidades de inversión y comercialización; enmarcación de tendencias sociales, entre otros.
- Identifica señales débiles que pueden constituir nuevos entornos tecnológicos y/o mercados de interés para una determinada organización. También puede ocurrir lo contrario, al identificar ciertos parámetros puede

propiciar el abandono por falta de interés de ciertos entornos actualmente considerados.

- El conocimiento que aporta la vigilancia tecnológica es intangible y generalmente de difícil cuantificación inmediata, ya que las decisiones que se toman hoy tendrán su repercusión a largo plazo. Por lo general, no se puede cuantificar en qué medida resulta de utilidad un estudio de vigilancia pero sí es demostrable que de él se derivan muchas acciones ligadas al contenido del mismo.

## **6.2 Líneas de trabajo futuro**

Aunque el presente informe de vigilancia tecnológica toca diferentes aspectos para valorar que la tecnología 4G/LTE es apropiada para las aplicaciones de nueva generación, se podría completar de cara a un futuro haciendo un estudio de mayor profundidad.

Una de las posibles formas de completar el informe sería recabar la información de expertos en el área para que aportaran sus conocimientos y opinión sobre el tema. Para ello se podrían hacer entrevistas específicas a técnicos que trabajasen en el tema e incluso a miembros de las áreas de vigilancia tecnológica de distintas empresas. Otra alternativa sería realizar una encuesta en la que se valoraran tanto soluciones técnicas de esta tecnología como visiones de los expertos desde el punto de vista de marketing de producto, de forma que pudieran opinar si esta tecnología es adecuada o no y pudieran aportar otras ideas de posibles aplicaciones futuras. Uno de los objetivos del informe de vigilancia tecnológica es ayudar a empresarios a decidir si invertir o no en una tecnología y, por tanto, la opinión de expertos puede ser muy valiosa. La encuesta se podría hacer desde dos puntos de vista diferentes: por un lado, que expertos de vigilancia tecnológica valoraran el informe realizado, complejidad para entenderlo, si piensan o no que aporta la suficiente información como para ayudar a una empresa a la toma de decisiones respecto a la implantación de LTE. Por otro lado, que expertos en el área de las comunicaciones móviles (y en concreto 3G y 4G) valoraran la utilidad y



funcionamiento de la tecnología LTE en las aplicaciones de nueva generación descritas anteriormente. Un ejemplo podría ser el siguiente:

*Valore las siguientes aplicaciones y servicios del 1 (menos relevante) al 5 (más relevante) según dos parámetros: la relevancia tecnológica actual y el volumen de negocio futuro que puede suponer para la compañía.*

*Servicios M2M*

*Smart Cities (ciudades inteligentes e interconectadas)*

*Internet of Things (interconexión de los objetos de nuestro alrededor)*

*Pay-as-you-drive (pago de seguro en función del uso del coche)*

*Telemetering (lectura remota de contadores)*

*Servicios de videovigilancia*

*eHealth (teleasistencia, telemedicina, telediagnóstico)*

*Tablets y smartphones*

*cloudcomputing (Dropbox, iCloud, Google Drive...)*

*Plataformas e-learning*

*Difusión de televisión en directo (streaming)*

*Contenidos de vídeo bajo demanda*

*Videollamadas*

*Reproducción de contenidos en movimiento*

*Intercambio de ficheros de gran tamaño*

*Gaming y juegos online*

*Tethering (dispositivo móvil que ofrece servicio inalámbrico a Internet)*

También se podría hacer una encuesta de carácter más divulgativo (aunque el valor que aportaría al informe sería diferente) en el que se tratara de sondear de cuanta información disponen las personas del día a día sobre LTE. En este caso, el público sería más amplio, de edades y perfiles distintos y las preguntas serían algo más genéricas, con intención de averiguar sus conocimientos sobre el tema. También se le podría presentar la lista anterior de aplicaciones para que las valorasen. Un ejemplo podría ser el siguiente:

*¿Ha oído hablar de LTE? (Valore de 1 a 5 su conocimiento sobre el tema).*

*¿Qué es lo que más le llama la atención de LTE?*

*¿Conoce alguna tecnología competidora de LTE?*

*¿Cree que LTE será una tecnología triunfadora?*

*¿Conoce algún terminal que funcione con LTE?*

*¿Qué empresa considera puntera en LTE?*

*¿Cree que hay suficiente información sobre el tema?*

*De la lista de aplicaciones que se le presentó al principio, ¿echa en falta alguna en la que crea que LTE puede tener relevancia?*

*Algún comentario que quiera añadir sobre el tema.*

Toda la información recopilada con la encuesta habría que almacenarla y procesarla, de forma que se pudieran extraer algunas gráficas que representaran el futuro comportamiento de esta tecnología y la visión de expertos sobre el tema. De esta forma, se podría hacer una segunda versión del informe, algo más completa y con las aportaciones de expertos y no tan expertos incluidas.

Habría otras formas de completar el informe en función de las diferentes técnicas de vigilancia tecnológica, dado que las más relevantes utilizadas en este informe

(manejo de fuentes de información sobre tecnologías móviles y consulta de patentes) son de carácter gratuito y accesibles para todos los públicos. Sin embargo, existen otras fuentes de información de pago, que permiten extraer información de mayor valor ya que recopilan datos de distintas organizaciones y de carácter diverso. El proceso de puesta en valor de la información resulta fundamental y por lo general incluye aspectos como la integración de datos de distintas procedencias para conseguir sinergias en la combinación de información a través de diferentes medios.

Como comentábamos, otras posibilidades que se dejan como propuesta de líneas futuras de mejora podrían ser:

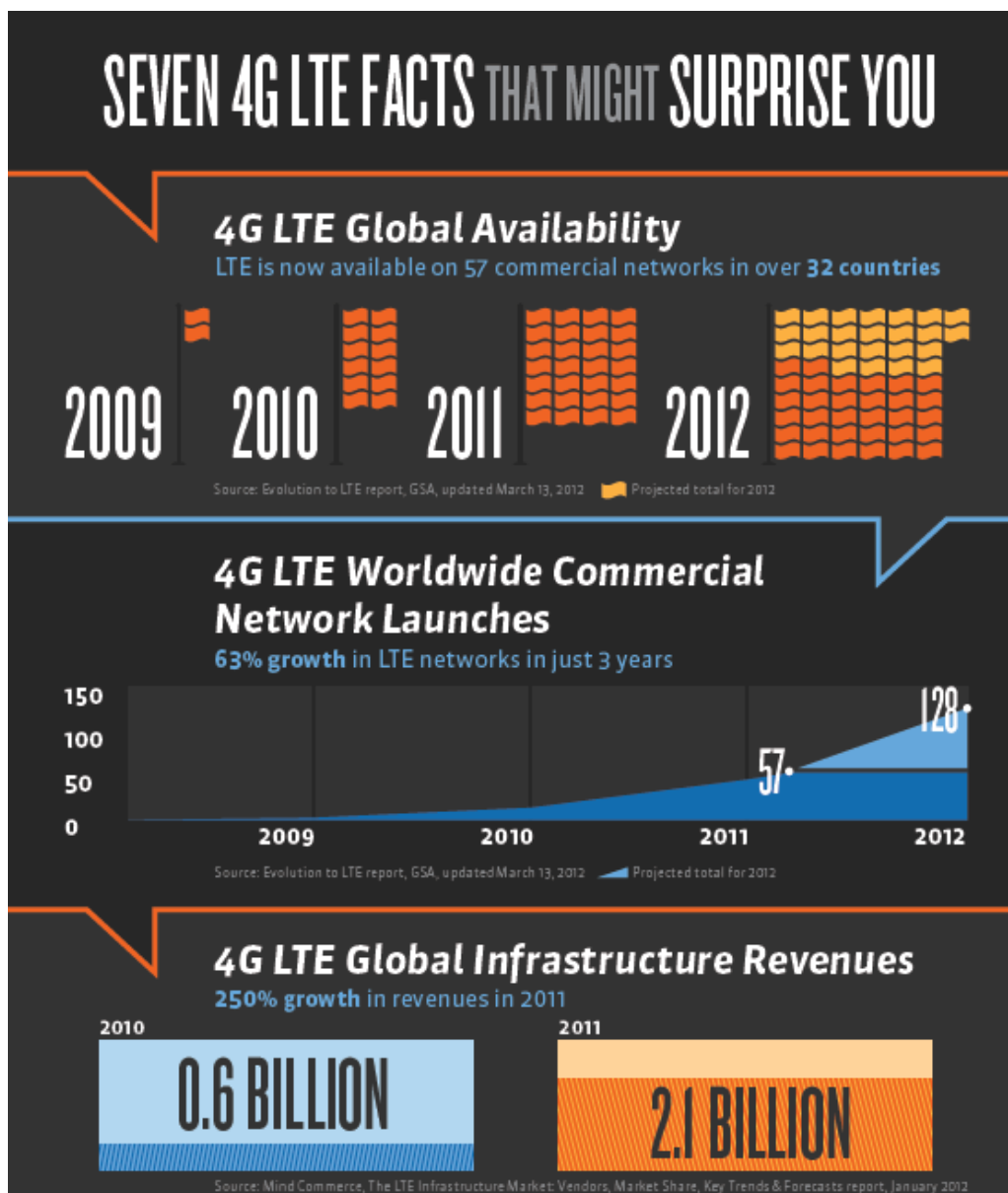
- Trabajar con bases de datos especializadas en el tema (por lo general de pago) que pudieran dar información relevante de distintas compañías que están investigando en el área.
- Usar técnicas y herramientas específicas de recuperación, análisis y tratamiento de datos de las tecnologías de la información.
- Explotar la minería de textos científicos, como indicadores bibliométricos, medidas de índices de impacto de las publicaciones y métrica de citaciones.
- Profundizar más sobre el conocimiento de la información que aporta la propiedad intelectual y los mecanismos de funcionamientos de las patentes y modelos.
- Analizar los mercados y entornos de negocio de la tecnología en cuestión y revisar sistemas de clasificación de tecnologías y áreas tecnológicas.
- Adquirir formación para adquirir las competencias técnicas necesarias para la materia a tratar en los informes.

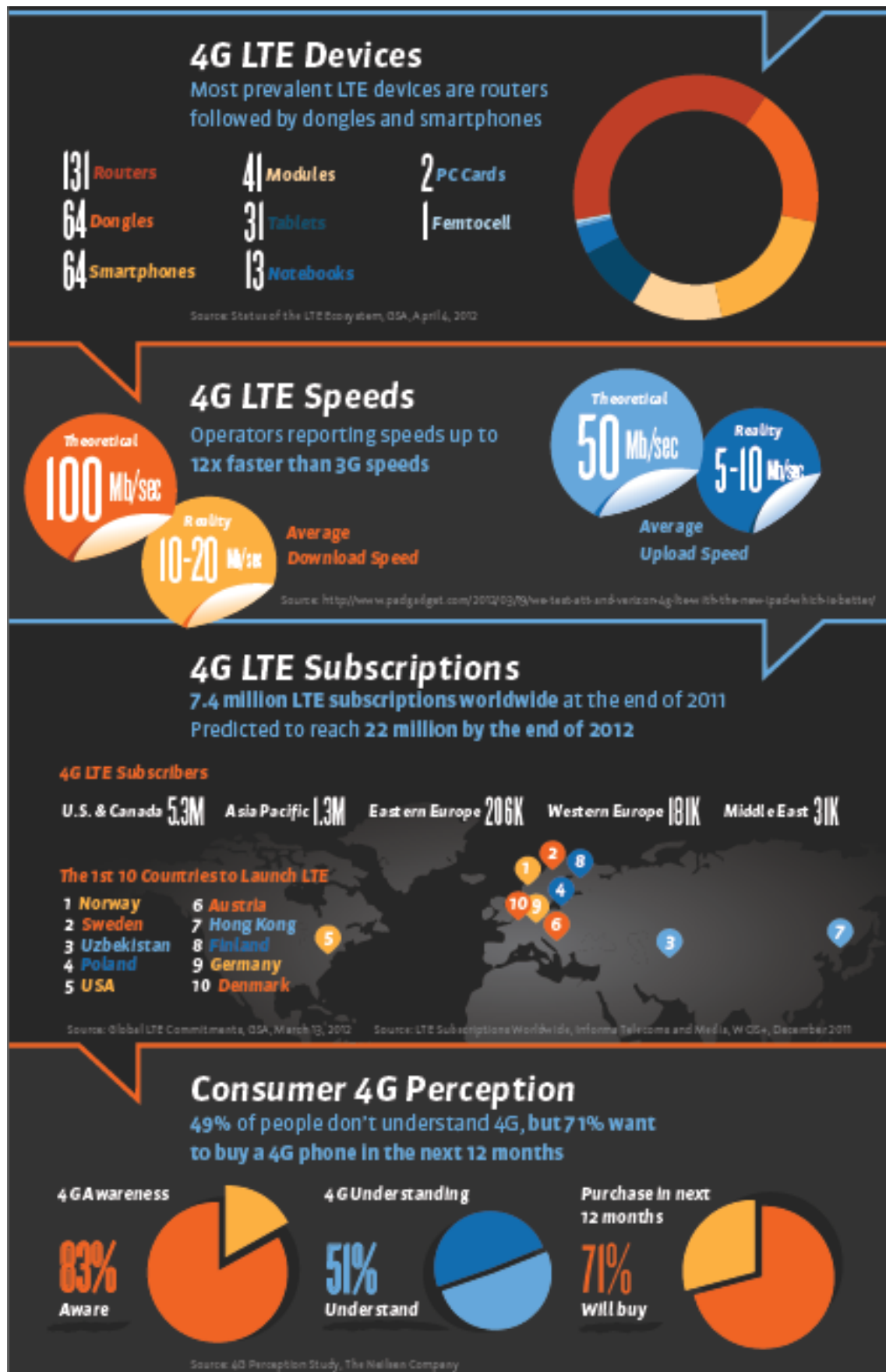
De esta forma, se adquirirá una mayor experiencia en el sector que permitirá realizar vigilancia tecnológica más completa y experta.



# APÉNDICE A

## 1 NEXIUS 4G INFOGRAPHIC

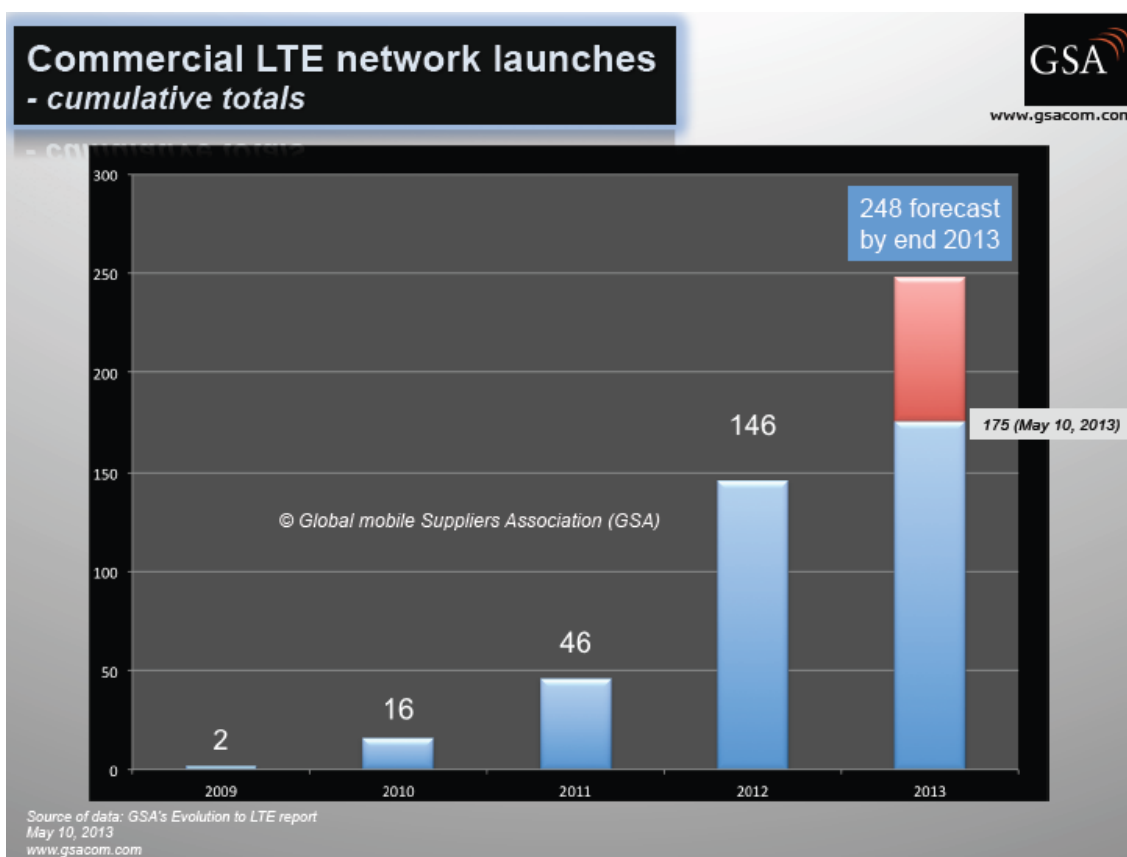




(NEXIUS)

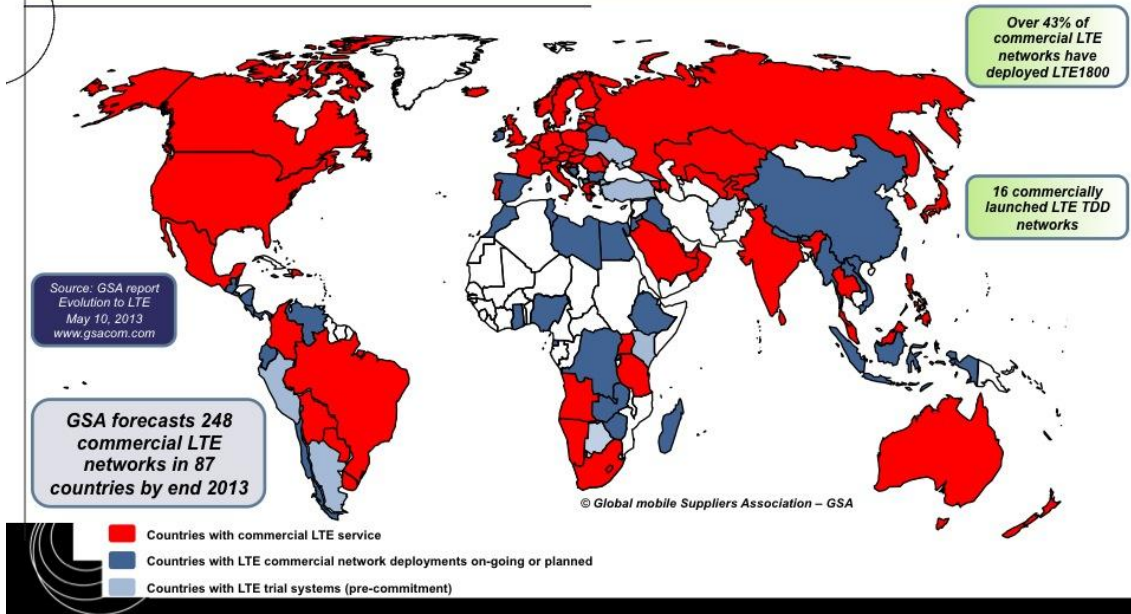
## APÉNDICE B

### 2 GRÁFICAS DEL ESTUDIO DEL GSA

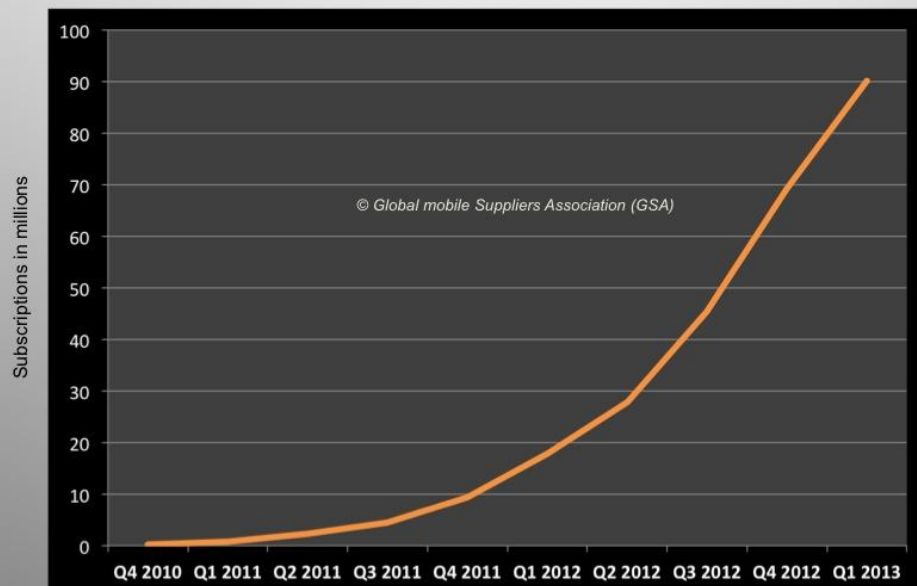


## 424 operators in 126 countries are investing in LTE

- 371 commercial LTE network commitments in 116 countries
- 53 pre-commitment trials in additional 10 countries
- **175 commercially launched LTE networks in 70 countries**
- **90 million LTE subscriptions (Q1 2013)**



## LTE subscriptions growth



Q1 2013  
total LTE subs  
= 90.2 million  
5x increase YoY

> 21 million LTE subs added in Q1 2013

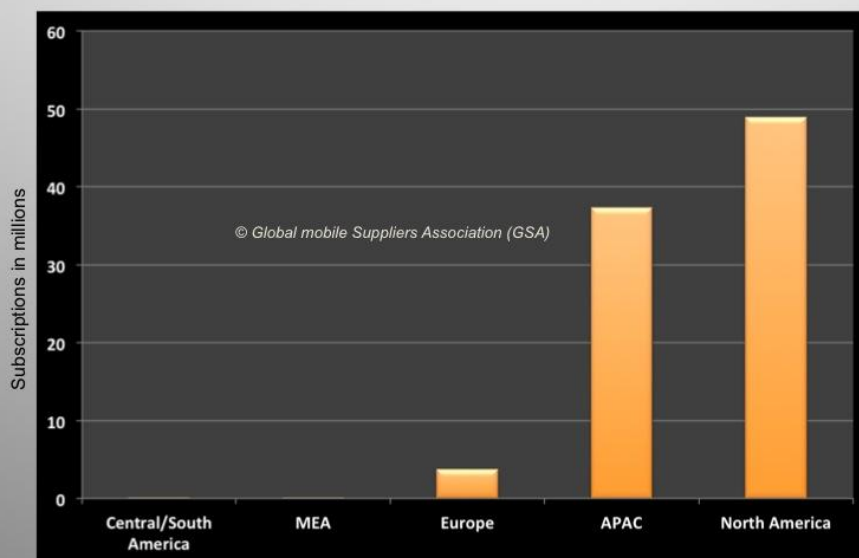
Source of data: Informa Telecoms and Media  
May 22, 2013



## LTE subscriptions regional shares: Q1 2013



www.gsacom.com



© Global mobile Suppliers Association (GSA)

North America  
= 54.2% share of  
global LTE subs

APAC = 41.4%  
Europe = 4.2%  
RoW = 0.2%

Source of data: Informa Telecoms and Media  
May 22, 2013

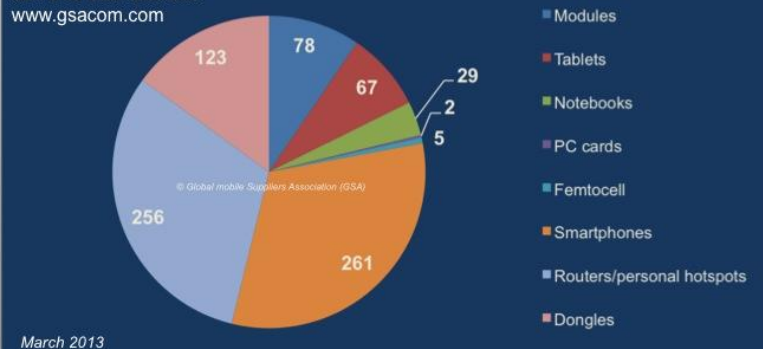
## LTE Ecosystem: 821 user devices announced



www.gsacom.com

Includes FDD and TDD

821 LTE User Devices  
www.gsacom.com



March 2013

LTE FDD	
2600 MHz band 7	280 devices
1800 MHz band 3	233 devices
800 MHz band 20	207 devices
700 MHz band 13	188 devices
700 MHz bands 12,17	188 devices
AWS band 4	172 devices
2100 MHz band 1	163 devices
900 MHz band 8	58 devices
800/1800/2600 tri-band	176 devices

LTE TDD	
2300 MHz band 40	112 devices
2600 MHz band 38	123 devices
2600 MHz band 41	31 devices
1900 MHz band 39	30 devices

474 LTE new devices in past year

Number of manufacturers  
expanded by 54% in same period

261 LTE smartphones  
including operator and frequency variants  
Number quadrupled in past year

166 LTE TDD user devices

97 manufacturers



Analysis using GSA's GAMBoD-LTE tool

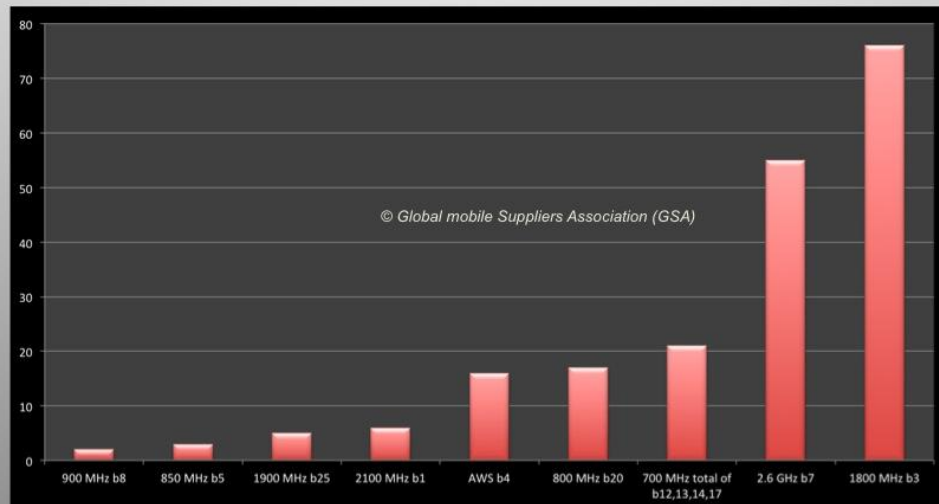
Source : Status of the LTE Ecosystem report  
© GSA – March 27, 2013  
www.gsacom.com

## Spectrum used in LTE FDD deployments



www.gsacom.com

LTE1800 is used in over 43% of commercially launched networks



Source of data: GSA's Evolution to LTE report  
May 10, 2013

www.gsacom.com

Most widely used FDD bands for LTE network deployments:

- 1/ 1800 b3
- 2/ 2600 b7
- 3/ 800 b20
- 4/ AWS b4

# GLOSARIO

**Android:** sistema operativo basado en Linux, diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil como smartphones y tabletas.

**Benchmarking:** proceso sistemático para evaluar comparativamente productos, servicios y metodologías de trabajo en organizaciones. Utiliza comparadores que evidencian las mejores prácticas sobre determinadas áreas de interés, con el propósito de transferir este conocimiento.

**iOS:** sistema operativo móvil de Apple Inc., desarrollado originalmente para iPhone y usado posteriormente en iPod Touch, iPad y Apple TV.

**Low-cost:** producto en el que los costes de la cadena de valor para fabricarlo se han ajustado al máximo para que la repercusión en el precio para el cliente final sea mínima.

**Papers:** artículo científico y destinado a su publicación en revistas especializadas.

**Push-to-view (PTV):** permite transmitir contenido multimedia en tiempo real durante una conversación PTT.

**Pust-to-talk (PTT):** servicio que permite hablar en líneas half-dúplcex de comunicación, apretando un botón para transmitir y liberándolo para recibir. Está disponible en casi todos los equipos de radio y en algunos teléfonos móviles.

**Refarming:** reorganización o reasignación de bandas de frecuencias para usar en ellas otras tecnologías diferentes a las que estaban inicialmente previstas.

**Roaming:** concepto utilizado en comunicaciones inalámbricas que está relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra.

**Smartphone:** teléfono móvil de nueva generación con gran capacidad de computación y de almacenar datos, llegando a reemplazar a un ordenador personal en algunos casos.

**Streaming:** distribución de contenido multimedia de manera que el usuario consume el audio o vídeo prácticamente al mismo tiempo que se descarga. Para ello, este tipo de tecnología hace uso de un búffer de datos, que al macena lo que va descargando para después mostrar el material sin interrupciones.

**Tablet:** computadora portátil de mayor tamaño que un Smartphone y más pequeño que un ordenador personal. La interacción se realiza con la pantalla y los dedos, sin necesidad de teclado físico ni ratón.

**Web 2.0:** comprende los sitios web en los que se facilita compartir información, la colaboración e interoperabilidad entre usuarios y la colaboración en la generación de contenidos en la World Wide Web.

**Wireless:** comunicación inalámbrica en la que los extremos de la comunicación (emisor/receptor) no están unidos por cables ni ningún otro medio de propagación físico.

# ACRÓNIMOS

<b>1G</b>	1st Generation Mobile Networks
<b>2G</b>	2nd Generation Mobile Networks
<b>3.5G</b>	3.5 Generation Mobile Networks
<b>3G</b>	3rd Generation Mobile Networks
<b>3GPP</b>	3rd Generation Partnership Project
<b>4G</b>	4th Generation Mobile Networks
<b>AENOR</b>	Asociación Española de Normalización y Certificación
<b>APAC</b>	Asian & Pacific
<b>BAM</b>	Banda Ancha Móvil
<b>BSC</b>	Base Station Controller
<b>BTS</b>	Base Transceiver Station
<b>CAGR</b>	Compound Annual Growth Rate
<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>CDTI</b>	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
<b>CEE</b>	Central Eastern Europe / Comunidad Económica Europea
<b>CEIM</b>	Confederación de Empresarios Independientes de Madrid
<b>CEOE</b>	Confederación Española de Organizaciones Empresariales
<b>CITEL</b>	Comisión InterAmericana de Telecomunicación
<b>CMT</b>	Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones
<b>COITT</b>	Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación
<b>CoMP</b>	Co-ordinated Multipoint Processing
<b>CSIC</b>	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
<b>DiffServ</b>	Differentiated Services
<b>DL</b>	Downlink
<b>DSL</b>	Digital Subscriber Line
<b>E2E</b>	End to End
<b>EDGE</b>	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
<b>EEUU</b>	Estados Unidos
<b>EMEA</b>	Europe, the Middle East and Africa

<b>EOI</b>	Escuela de Organización Industrial
<b>EPC</b>	Evolved Packet Core
<b>EPS</b>	Evolved Packet System
<b>E-UTRAN</b>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access
<b>EV-DO</b>	Enhanced Voice-Data Optimized
<b>FDD</b>	Frequency Division Duplexing
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol
<b>GB</b>	GigaByte
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Services
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>GSA</b>	Global mobile Suppliers Association
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications
<b>GSMA</b>	Global System for Mobile Association
<b>HARQ</b>	Hybrid Automatic ReQuest
<b>HSDPA</b>	High Speed Downlink Packet Access
<b>HSPA</b>	High-Speed Packet Access
<b>HSPA+</b>	High Speed Packet Access Evolution
<b>HSS</b>	Home Subscriber Server
<b>HSUPA</b>	High Speed Uplink Packet Access
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol
<b>I+D</b>	Investigación y Desarrollo
<b>I+D+i</b>	Investigación, Desarrollo e innovación
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>IMEI</b>	International Mobile Equipment Identity
<b>IMT</b>	Internet Mobile Telecommunication
<b>INDEM</b>	Instituto de Desarrollo Empresarial
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union
<b>KPI</b>	Key Performance Indicators
<b>LA</b>	Latin America
<b>LTE</b>	Long Term Evolution
<b>M2M</b>	Machine to Machine
<b>MB</b>	Megabyte
<b>MBB</b>	Mobile Broadband
<b>MBPS</b>	Megabits per second
<b>ME</b>	Mobile Equipment
<b>MEA</b>	Middle East and Africa
<b>MIMO</b>	Multiple-Input Multiple-Output
<b>MME</b>	Mobility Management Entity
<b>MPLS</b>	Multiprotocol Label Switching
<b>NA</b>	NA - North America
<b>NGMN</b>	Next Generation Mobile Networks Alliance

<b>OEPM</b>	Oficina Española de Patentes y Marcas
<b>OFDM</b>	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
<b>OFDMA</b>	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
<b>OMR</b>	Operador Móvil Real
<b>OMV</b>	Operador Móvil Virtual
<b>OS</b>	Operating System
<b>P2M</b>	Person to Machine
<b>P2P</b>	Person to Person / Point to Point / Peer to Peer
<b>PC</b>	Personal Computer
<b>PDA</b>	Personal Digital Assitant
<b>P-GW</b>	Packet Data Network Gateway
<b>PYMES</b>	Pequeñas y Medianas Empresas
<b>QoS</b>	Quality Of Service
<b>RF</b>	Radio Frequency
<b>RNC</b>	Radio Network Controller
<b>RTT</b>	Round Trip Time
<b>SC-FDMA</b>	Single Carrier Frequency Division Multiple Access
<b>S-GW</b>	Serving Gateway
<b>SIM</b>	Suscriber Identity Module
<b>SON</b>	Self-Organizing Networks
<b>TD-SCDMA</b>	Time Division Synchronous Code Division Multiple Access
<b>TDD</b>	Time Division Duplexing
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones
<b>UE</b>	Unión Europea/User Equipment
<b>UL</b>	Uplink
<b>UMB</b>	Ultra Mobile Broadband
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System
<b>UNE</b>	Una Norma Española
<b>USIM</b>	Universal Subscriber Identity Module
<b>USPTO</b>	United States Patent and Trademark Office
<b>VoIP</b>	Voice over Internet Protocol
<b>WCDMA</b>	Wideband Code-Division Multiple-Access
<b>WE</b>	West Europe
<b>Wi-Fi</b>	Wireless Fidelity
<b>WiBRO</b>	Wireless Broadband
<b>WiMAX</b>	Worldwide Interoperability for Microwave Access
<b>WRC</b>	World Radio Conference
<b>xDSL</b>	Any type of Digital Subscriber Line

# BIBLIOGRAFÍA

**3GPP.** The Mobile Broadband Standard. *Releases and Specifications*. [En línea] [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org).

**4GAmericas. 2013.** Global 3G and 4G Deployment Status: HSPA, HSPA+ and LTE. [Online] 2013. [www.4gamerica.org](http://www.4gamerica.org).

**AENOR. Mayo 2006.** *UNE 166002:2006*. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid : AENOR, Mayo 2006. pág. 24, Norma española.

—. **Marzo 2011.** *UNE 166006:2011: Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*. Asociación Española de Normalización y Certificación. MADRID : AENOR, Marzo 2011. pág. 18, Norma española.

—. **Noviembre 2008.** *UNE-EN ISO 9001:2008*. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid : AENOR, Noviembre 2008. pág. 42, Norma española.

**Antonio Hidalgo, León Gonzalo, Julián Pavón. 2002.** *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Primera. Madrid : Pirámide, 2002.

**Bradford Ashton, Richar Klavans. 1997.** *Keeping abreast of Science and Technology. Technical Intelligence for Business*. Estados Unidos : Batelle Press, 1997.

**CE.** Comisión Europea. [En línea] [ec.europa.eu/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/index_es.htm).

**CETISME. 2002.** *Inteligencia Económica y Tecnológica*. 2002.

**Comercio, Cámara. 2013.** Cámara Oficial de Comercio e Industria. *Servicio de la Cámara de Madrid para la protección legal de la información*. Madrid, 8 de Abril de 2013. Presencia de la Oficina Española de Patentes y Marcas.



**Comes, Ramón Agustí. 2010. *LTE: NUEVAS TENDENCIAS EN COMUNICACIONES MÓVILES*. s.l. : Fundación Vodafone España, 2010.**

**CORDIS.** Community Research and Development Information Service. [En línea] cordis.europa.eu.

**COTEC.** Fundación para la innovación tecnológica. [En línea] www.cotec.es.

—. **Septiembre 1999. *Vigilancia Tecnológica*.** Septiembre 1999. Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas.

**Ericsson. 2013.** Ericsson España. *On the pulse of the networked society*. [Online] 2013. www.ericsson.com/es/es.

**Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Sköld, Per Beming. 2008. *3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband*.** s.l. : Academic Press, 2008.

**FECYT.** Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. [En línea] www.fecyt.es.

**FP7, ICT integrating project. 2010. EXALTED - Expanding LTE for devices.** [En línea] 1 de Septiembre de 2010. www.ict-exalted.eu.

**GoingWiMAX. November 3rd, 2010.** WiMAX, LTE get another 4G competitor. November 3rd, 2010. www.goingwimax.com.

**GSA. May 24, 2013. *3GPP Systems Mobile Broadband*.** Global mobile Suppliers Association. May 24, 2013.

**GSMA.** GSMA Intelligence. [En línea] gsmaintelligence.com.

**Harri Holma, Antti Toskala. 2009. *LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*.** s.l. : Wiley & Sons, 2009.

**IDC. 2012.** IDC España. [En línea] Julio de 2012. www.idcspain.com.

**IEEE.** IEEE Xplore Digital Library. [Online] ieeeexplore.ieee.org.

**INE. 2012.** Instituto Nacional de Estadística. [En línea] 2012. www.ine.es.

*Inteligencia competitiva, prospectiva e innovación.* **Calos A. Benavides Velasco, Cristina Quintana García. 2006.** 2896, 2006, Boletín Económico del ICE.

**Javier Muñoz Durán, María Marín Martínez, José Vallejo Triano. 2006. *La vigilancia tecnológica en la gestión de proyectos de I+D+i: recursos y herramientas*.** 2006.

*La vigilancia tecnológica antes y después de la UNE 166006:2006 EX.* **Vergara, Juan Carlos. 2006.** 22, 2006, Revista Hispana de la Inteligencia Competitiva PUZZLE, Vol. 5.

**mi+d.** Biblioteca en Ciencia y Tecnología. [En línea] [www.madridmas.org](http://www.madridmas.org).

**Mohsin Jamil, Shahan Parwaiz Shaikh, Mohsin Shahzad, Qasim Awais. 4G: The Future Mobile Technology.** National University of Science & Technology, Pakistan. Nanyang Technological University, Singapore. University of Sheffield, UK. Wah Engineering College, Pakistan : s.n.

**NEXIUS.** Nexius 4G Infographic. *Transform your business through wireless.* [Online] <http://www.nexius.com>.

**OEPM.** Oficina Española de Patentes y Marcas. [En línea] [www.oepm.es](http://www.oepm.es).

**OPTI.** Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. [En línea] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. [www.opti.org](http://www.opti.org).

**OVTT.** Observatorio Virtual de Transferencia de la Tecnología. [En línea] [www.ovtt.org](http://www.ovtt.org).

**Pere Escorsa, Ramón Maspons. 2001.** *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva.* Madrid : Financial Times Prentice Hall, 2001.

**Qualcomm. November 13th, 2008.** Qualcomm halts UMB project. *Reuters.* November 13th, 2008. [www.reuters.com](http://www.reuters.com).

**SGITT.** Servicio de Gestión de la Investigación y Transferencia de la Tecnología. [En línea] [sgitt-otri.ua.es](http://sgitt-otri.ua.es).

**Stefania Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker. 2009.** *LTE-The UMTS Long Term Evolution-From theory to practice.* s.l. : Wiley & Sons, 2009.

**Swamy, Ke-Lin Du & M. N. S. 2010.** *Wireless Communication Systems.* Concordia University, Canada : Cambridge University Press, 2010.

**Telefónica, Fundación. 2013.** *La sociedad de la información en España 2012.* Madrid : Editorial Planeta, 2013. pág. 186.

**TNS.** TNS Global. *Mobile Life - Infographic.* [En línea] [www.tnsglobal.com](http://www.tnsglobal.com).

**USPTO.** The United States Patent and Trademark Office. *Oficina americana de patentes y marcas registradas.* [En línea] Patents. [www.uspto.com](http://www.uspto.com).

*Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva.* **María Isabel Ramírez, David Escobar Rua, Bibiana Arango Alzate. 2012.** 13, 2012, Gestión de las personas y la tecnología.

*Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española.* **Fernando Palop, José M. Vicente. 1999.** Madrid : s.n., 1999, COTEC.

**World, LTE.** LTE Deployment Map. [En línea] [www.lte-world.org](http://www.lte-world.org).

